

UNIVERSIDADE DE LISBOA

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



**Tarefas de Investigação sobre o Tema Energia
Um Estudo com Alunos de 10.º Ano**

Ana Margarida Rua Filipe Martins

Dissertação

MESTRADO EM EDUCAÇÃO

**Área de Especialização
Didática das Ciências**

2014

UNIVERSIDADE DE LISBOA

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



**Tarefas de Investigação sobre o Tema Energia
Um Estudo com Alunos de 10.º Ano**

Ana Margarida Rua Filipe Martins

**Dissertação orientada
pela Prof.^a Doutora Mónica Baptista**

MESTRADO EM EDUCAÇÃO

2014

AGRADECIMENTOS

A concretização deste estudo só foi possível porque contou com o apoio e colaboração de diversas pessoas e instituições a quem expresso o meu agradecimento.

À Professora Doutora Mónica Baptista pela recetividade, estímulo e apoio que me prestou em todos os momentos. Agradeço-lhe os ensinamentos, sugestões e críticas construtivas que foram fundamentais para a realização desta investigação.

Ao meu colega de mestrado e de escola, Pedro Barros, que embarcou comigo nesta aventura, pela partilha de experiências, pelos desabafos, pela ajuda e motivação.

Aos meus alunos, participantes neste estudo, pela disponibilidade e empenho na colaboração em todas as tarefas para as quais foram solicitados e sem os quais este estudo não teria sido possível.

À Direção da Escola pela disponibilidade e apoio e ao Conselho Pedagógico por ter aprovado a realização deste estudo na escola.

À Carmo pela preciosa ajuda com a tradução para Inglês.

Ao Professor Doutor Vitor Duarte Teodoro pela simpatia e pela bibliografia que me facultou.

Aos meus pais, irmão e cunhada, por acreditarem em mim, por me fazerem ver que sou capaz e estarem sempre disponíveis para ajudar.

Ao meu marido por ter aguentado as minhas ausências (presenciais), me ter incentivado nos momentos mais difíceis, por acreditar em mim e por estar sempre comigo.

E por fim, e em especial, aos meus filhos, Sofia e Daniel e à minha sobrinha Marta, que este trabalho sirva de exemplo para que, um dia mais tarde, percebam que com trabalho, perseverança e vontade tudo se consegue. Amo-vos do coração!

Bem haja a todos!

Resumo

Com este trabalho pretendeu-se conhecer de que forma a realização de tarefas de investigação, sobre a temática “Energia”, contribui para o desenvolvimento de competências de alunos do 10.º ano de escolaridade. Para isso, identificaram-se as dificuldades sentidas pelos alunos, as estratégias utilizadas para ultrapassar essas dificuldades, as aprendizagens realizadas e a avaliação que os alunos fazem do uso dessas tarefas. Desenvolveram-se cinco tarefas de investigação relacionadas com a subunidade “Energia – do Sol para a Terra”, realizadas em dezasseis aulas de cinquenta minutos. Para se atingir estas finalidades, utilizou-se uma metodologia que tem as suas raízes na investigação qualitativa e adotou-se como estratégia de investigação um estudo sobre a própria prática. Participaram neste estudo vinte e seis alunos de uma turma do 10.º ano de escolaridade de uma escola secundária do Sotavento Algarvio. Utilizaram-se várias técnicas de recolha de dados: observação naturalista, entrevistas em grupo focado e documentos escritos. No processo de análise, os dados foram codificados e categorizados.

Os resultados indicam que os alunos revelaram várias dificuldades ao realizarem as tarefas de investigação ao nível da aquisição de competências conceptuais, processuais e de comunicação e que desenvolveram estratégias diversificadas para a superação dessas dificuldades. Estes resultados também apontam para a mobilização de aprendizagens ao nível das competências referidas. Os resultados revelam ainda que a maioria dos alunos da turma avalia de forma positiva a realização destas tarefas de investigação.

Palavras-chave: tarefas de investigação, literacia científica, investigação sobre a própria prática, energia.

Abstract

With this work we intended to know how the accomplishment of inquiry tasks, on the subject "Energy", contributes to the development of competences of students in 10th school year. For this, we identified the difficulties experienced by students, the strategies used to overcome these difficulties, the learning achieved and the evaluation that students make of the use of these tasks. Five inquiry tasks related to the subunit "Energy – from the Sun to the Earth" were, developed and accomplished in sixteen fifty minute classes. To achieve these purposes, we used a methodology with its roots in qualitative research and adopted a study on the practice itself as research strategy.

Twenty-six students from a class of the 10th year of a secondary in the Sotavento Algarvio took part in this study. We used several techniques of data collection: naturalistic observation, focus group interviews and written documents. During the analysis process, the data were coded and categorized.

The results show that students revealed several difficulties in accomplishing inquiry tasks at the level of acquisition of conceptual, procedural and communication competences and that they have developed diversified strategies for overcoming these difficulties. These results also point to the mobilization of learning the mentioned competences. They also reveal that the majority of students in the class evaluate positively the accomplishing of these inquiry tasks.

Key Words: Inquiry tasks, scientific literacy, research on one's own practice, energy.

Índice Geral

ÍNDICE DE QUADROS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
CAPÍTULO 1	
INTRODUÇÃO	1
ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO.....	3
CAPÍTULO 2	
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
<i>Educação em Ciência para o Século XXI.....</i>	<i>5</i>
<i>Ensino por Investigação</i>	<i>10</i>
SÍNTESE	16
CAPÍTULO 3	
PROPOSTA DIDÁTICA.....	17
<i>Fundamentação Didática</i>	<i>17</i>
<i>Organização da Proposta Didática.....</i>	<i>22</i>
<i>Avaliação dos alunos.....</i>	<i>29</i>
SÍNTESE	30
CAPÍTULO 4	
METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	31
<i>Método de investigação.....</i>	<i>31</i>
<i>Participantes no estudo</i>	<i>34</i>
<i>Recolha de dados.....</i>	<i>35</i>
SÍNTESE	43
CAPÍTULO 5	
RESULTADOS	45
<i>Dificuldades que os alunos sentem quando realizam tarefas de investigação.....</i>	<i>45</i>
<i>Aprendizagens realizadas pelos alunos com as tarefas de investigação</i>	<i>69</i>
<i>Avaliação efetuada pelos alunos</i>	<i>91</i>
SÍNTESE	98

CAPÍTULO 6

DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E REFLEXÃO FINAL.....	99
<i>Discussão dos Resultados</i>	99
<i>Conclusões</i>	106
<i>Reflexão final</i>	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
APÊNDICES	117
APÊNDICE A	
<i>Planificações de aulas</i>	119
APÊNDICE B	
<i>Tarefas de Investigação</i>	127
APÊNDICE C	
<i>Instrumentos de Avaliação</i>	141
APÊNDICE D	
<i>Guião da Entrevista</i>	145
APÊNDICE E	
<i>Pedido de autorização à Diretora do Agrupamento</i>	149
APÊNDICE F	
<i>Pedido de autorização aos Encarregados de Educação</i>	153

Índice de Quadros

Quadro 2.1.	
<i>Tipologia de investigações</i>	13
Quadro 3.1.	
<i>Sequência dos objetivos de aprendizagem a desenvolver em cada uma das tarefas de investigação</i>	20
Quadro 3.2.	
<i>Sequência de aulas correspondentes à realização das tarefas.....</i>	22
Quadro 3.3.	
<i>Modelo dos 5 E's na tarefa 1</i>	23
Quadro 3.4.	
<i>Modelo dos 5 E's na tarefa 2</i>	24
Quadro 3.5.	
<i>Modelo dos 5 E's na tarefa 3</i>	25
Quadro 3.6.	
<i>Modelo dos 5 E's na tarefa 4</i>	26
Quadro 3.7.	
<i>Modelo dos 5 E's na tarefa 5</i>	27
Quadro 3.8.	
<i>Competências mobilizadas em cada tarefa</i>	28
Quadro 4.1.	
<i>Técnicas qualitativas de recolha de informação</i>	35
Quadro 4.2.	
<i>Categorias e subcategorias</i>	42

Índice de Figuras

Figura 2.1

Competências para o século XXI agrupadas em três domínios 9

Figura 2.2.

Esquematização das fases de uma tarefa de investigação segundo o
modelo dos 5 E's. 15

Figura 3.1.

Esquema organizador da subunidade “Energia – do Sol para a Terra” 19

Capítulo 1

Introdução

A educação que se praticava nos finais do século XX já não prepara os cidadãos para um emprego efetivo na indústria ou em serviços locais. Nos dias de hoje, o ritmo acelerado da tecnologia e a globalização do mercado obrigam os cidadãos a terem uma formação geral, boas capacidades de comunicação, capacidade de adaptação e um compromisso com a aprendizagem ao longo da vida (Reiss et al., 1999).

Estes tempos de incerteza que enfrentamos refletem-se na escola (Galvão et al., 2006) que tem que estar preparada para ajudar os alunos a desenvolver o seu pensamento crítico, a aprender, a tomar decisões e a colaborar (Costa, 1999). Para que os alunos sejam sujeitos ativos e criativos, impõe-se uma educação para a compreensão e adaptação à mudança (Costa, 1999).

O ensino das ciências pode assumir um papel importante na formação dos alunos, pois para que a sociedade se possa envolver nas questões colocadas pela ciência e pela tecnologia é necessário que todos tenham uma formação científica (Galvão, 2001, citado por Galvão, 2006)

Nessa perspetiva surgiu nos anos 80 a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS-A), associada à educação em ciências. Esta tem como objetivo principal preparar os alunos para enfrentar as mudanças do mundo sócio tecnológico, no qual são relevantes fatores sociais e éticos (Martins & Veiga, 1999). Esta abordagem surge em oposição ao conhecimento que apenas se preocupa com os conteúdos académicos, e que não se relaciona com o quotidiano (Martins & Veiga, 1999). Torna-se necessário que a ciência seja transmitida sob uma visão humanizada, que as aprendizagens se tornem cativantes, motivantes e importantes para a grande parte dos alunos, de modo a que estes desenvolvam, para além dos conhecimentos, capacidades para tomar decisões e resolver problemas (Martins & Veiga, 1999).

Com as propostas CTS-A, surgiu um novo movimento de inovação que está na origem das mais recentes abordagens dirigidas para a promoção da literacia científica (Chagas, 2000). O termo literacia científica “implica uma compreensão ampla e

funcional da ciência para fins de educação geral e não preparação para carreiras científicas e carreiras técnicas” (DeBoer, 2000, p. 594). Os programas de ciências do ensino básico e do ensino secundário terão que ser estruturados para proporcionar aos alunos preparação para os desafios constantes com que se depararão no futuro.

No nosso país, as orientações curriculares estão em sintonia com as linhas propostas internacionalmente para o ensino das ciências. Dão ênfase à inter-relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS-A), vertente que pode contribuir para a literacia científica. Também apelam a uma participação ativa dos alunos em sala de aula, permitindo que explorem aspetos da ciência e da tecnologia e desenvolvam as competências preconizadas no programa (Galvão et al., 2006).

Apesar das mudanças da sociedade denota-se que a escola não alterou significativamente a sua estrutura e o seu padrão de funcionamento (Roldão, 1999), e, deste modo, apesar destas mudanças programáticas e das inovações que preconizam, verifica-se que o sucesso destas dependem do valor que os professores lhes atribuem (Freire, 2003, citada por Baptista, 2010).

Os professores são um dos pilares da mudança da escola e do sucesso da aplicação das mudanças curriculares, “cabe-lhes uma responsabilidade acrescida nas opções, decisões e estratégias relativas ao currículo, na sua avaliação e ajustamento, na seleção crítica e/ou na produção de materiais curriculares” (Roldão, 1999, p 13).

As estratégias que são usadas, tradicionalmente, no ensino das ciências não permitem que os alunos experimentem totalmente todo o processo de construção de conhecimento (Tsai, e al., 2007). Existem várias estratégias que se podem aplicar no contexto de sala de aula e que se coadunam com as inovações programáticas e com as competências que os alunos devem adquirir, uma delas é a implementação de tarefas de investigação. O ensino por investigação permite que os alunos comuniquem uns com os outros, que argumentem com base nas suas próprias experiências e conclusões (Tsai, e al., 2007).

Mais recentemente, a *Next Generation Science Standards* (NRC, 2013, p.1) refere que existem oito fases identificadas como essenciais para os alunos: “questionar e definir problemas; desenvolver e utilizar modelos; planear e desenvolver investigações; analisar e interpretar dados; usar raciocínio matemático e computacional; construir explicações e desenhar soluções; encontrar argumentos a partir das evidências; e obter, avaliar e comunicar informação”.

O uso de tarefas de investigação exige que os professores sejam os líderes de investigação através da criação de um ambiente de aprendizagem que estimule e desafie os alunos a desenvolver a noção de investigação (Zhai et al., 2014). O professor necessita encarar o processo de ensino aprendizagem de um modo diferente do tradicional, “é preciso experimentar formas de trabalho que levem os seus alunos a obter os resultados desejados. É indispensável compreender bem os modos de pensar e as dificuldades próprias dos alunos” (Ponte, 2002, p. 2).

Assim sendo, a problemática que está em estudo neste trabalho é conhecer de que forma o uso de tarefas de investigação, sobre a temática Energia, fomenta o desenvolvimento de competências de alunos do 10.º ano.

Deste modo e tendo em conta a problemática geral, foram identificadas três questões:

- Que dificuldades sentem os alunos quando desenvolvem tarefas de investigação?
- O que aprenderam os alunos com as tarefas de investigação?
- Que avaliação fazem os alunos do uso de tarefas de investigação?

Organização do estudo

O estudo é organizado em seis capítulos. O primeiro corresponde à introdução e neste faz-se a contextualização do problema em estudo e apresenta-se o problema de investigação e as questões de estudo. O segundo capítulo diz respeito ao enquadramento teórico, que se encontra dividido em duas partes, na primeira aborda-se a educação em ciência no século XXI, aborda-se o currículo da disciplina de Física e Química A com base na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e a literacia científica e na segunda parte pretende-se enquadrar o ensino por investigação, no qual se explicam as suas especificidades, os diferentes modelos associados a este tipo de ensino. O terceiro capítulo é dedicado à proposta didática, e divide-se em três partes. A primeira parte refere-se à fundamentação didática, onde se faz a contextualização da subunidade em relação ao programa da disciplina, na segunda parte descreve-se a organização da proposta didática e na terceira indica-se o modo como os alunos foram avaliados. O quarto capítulo é dedicado à metodologia do estudo e está dividido em quatro partes. Na primeira parte procura-se justificar a metodologia utilizada neste

estudo, na segunda parte caracterizam-se os participantes e a escola onde decorreu o estudo, na terceira parte justificam-se os instrumentos de recolha de dados utilizados e, por fim, apresenta-se o procedimento de análise de dados. O quinto capítulo diz respeito aos resultados do estudo e está organizado segundo as questões de investigação. O sexto capítulo está dividido em três partes. Na primeira apresenta-se a discussão dos resultados, na segunda parte indicam-se as principais conclusões e na terceira parte efetua-se uma reflexão final.

Capítulo 2

Enquadramento teórico

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento teórico da temática em estudo. O enquadramento teórico encontra-se dividido em duas partes. A primeira parte relaciona-se com a educação em ciência no século XXI e pretende-se apresentar as finalidades do ensino das ciências (em especial da Física e da Química) abordando-se o currículo da disciplina de Física e Química A com base na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e na literacia científica. Na segunda parte pretende-se enquadrar o ensino por investigação, no qual se explicam as suas especificidades, os diferentes modelos associados a este tipo de ensino.

Educação em Ciência para o Século XXI

Até metade do século passado eram poucos os que aprendiam ciências, no entanto, com as mudanças que ocorreram na sociedade, o ensino foi-se ampliando para todos os alunos. Assistiu-se à massificação do ensino, o que trouxe novas oportunidades para muitos alunos, mas, ao mesmo tempo, provocou com que o sistema de ensino entrasse em crise, implicando mudanças ao nível das estratégias e conceções de ensino (Galvão et al., 2006).

A par das mudanças da sociedade, a evolução verificada pela ciência e tecnologia faz com que no nosso dia – a – dia as questões científicas sejam cada vez mais importantes, o que exige cidadãos com conhecimento e compreensão suficientes para seguir e envolver-se com interesse, com questões relacionadas com a ciência e com a tecnologia (Millar & Osborne, 1998).

As abordagens tradicionais efetuadas na educação em ciências denotam-se desgastadas quando confrontadas com as realidades da vida diária em sala de aula (Millar & Osborne, 1998). Entre os professores de ciências, autores de currículos, e outros envolvidos ou interessados em educação científica a nível escolar, existe agora

uma crescente preocupação com a eficácia do currículo das ciências, e a sua adequação como parte do currículo básico (Millar & Osborne, 1998) e do ensino secundário.

Em Portugal, “nos últimos 50 anos três reformas curriculares” (Galvão et al., 2006, p. 35) no final dos anos 40, no início dos anos 70 e no início dos anos 90. Surgiram duas reorganizações curriculares, a primeira no início do ano 2000 (Galvão et al., 2006) e a segunda, mais recentemente, em 2012. Em cada reforma e em cada reorganização curricular provocaram a entrada em vigor de novos programas para a disciplina de Física e Química.

Aquando da reforma do ensino liceal, no 8.º artigo do diário do governo de 1947, fazem algumas indicações sobre como deverão ser elaborados os programas das diversas disciplinas:

A organização dos programas terá em vista despertar nos alunos o espírito de observação, criar hábitos de raciocínio e gosto do esforço pessoal, estimular o exercício ativo de reflexão crítica, desenvolver o sentido ético e estético e a imaginação criadora, evitando a acumulação desordenada de conhecimentos, a especialização prematura e a excessiva sistematização.

(DL 36507 de 17/9/47, DG 216, I série, p. 885)

Este artigo sugere alguma abertura para a introdução de conteúdos relacionados com a vida quotidiana, no entanto, surgiram os primeiros programas oficiais de Física e de Química em 1948, verificou-se que “o modo como o programa está discriminado indica uma interpretação peculiar dos conceitos de ciência e científico. O programa é constituído por uma listagem de conteúdos sem indicações de ordem didática ou metodológica específicas, e parece apontar para uma conceção de currículo do tipo “racionalismo académico”” (Beato, 2003, p. 59).

Já em 1975, “as finalidades expressas no programa de Física e Química incidiam sobre o método científico, valorizavam a aquisição de conhecimentos que conduziam à aplicação do método científico e a aquisição de um *savoir-faire* de natureza científica” (Galvão et al., 2006, p.38). Neste programa os conteúdos programáticos davam ênfase às leis, teorias e princípios e os objetivos eram especificados em termos comportamentais e valorizavam o domínio cognitivo (Galvão et al., 2006). Segundo os mesmos autores, este programa não seguia as linhas orientadoras dos currículos aplicados no Reino Unido e nos Estados Unidos da América, uma vez que davam

“ênfase aos produtos da investigação científica, sem a valorização dos processos científicos”(Galvão et al., 2006, p.39).

Nos anos oitenta, em vários países, surgem currículos com uma nova abordagem, que preconiza a formação para a cidadania, onde se inclui a capacidade de tomada de decisão através de uma articulação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, a abordagem CTS (Santos & Schnetzler, 1997, citados por Teixeira, 2003).

Em 1986 é promulgada da Lei de Bases do Sistema Educativo (reformulada pela Lei nº49/2005, de 30 de Agosto) que aponta para a “formação de cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários” (ponto 4, artigo 2º), “capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva” (ponto5, artigo 2º), assume-se, assim, uma escola cuja função que vai mais além da transmissão e aquisição de conhecimentos.

Nos anos 90 surge uma nova reforma, e um novo programa de Ciências Físico – Químicas do ensino secundário. Neste programa reconhece-se como fundamental, entre outros aspetos: "desenvolver no jovem a capacidade de compreender a tecnologia atual e a interligação das duas áreas - a científica e a tecnológica" e "contribuir para a maturidade intelectual e humana do jovem, assim como desenvolver as aptidões e capacidades para que desempenhe, no futuro, as suas funções na sociedade com responsabilidade, competência, autonomia e participe, de forma solidária, no desenvolvimento e melhoria do seu meio físico e social" (DES, 1995, p.5). Salienta-se “que a relevância dos conhecimentos científicos e tecnológicos na vida quotidiana impõe a necessidade de os abordar em ligação estreita com contextos do dia-a-dia” (DES, 1995, p.21). Este programa deixou transparecer as orientações reformadoras que surgiram nos anos 80, apesar de não referir o papel ativo dos alunos no processo de ensino aprendizagem (Galvão et al., 2006).

Por esta altura, a abordagem CTS passou a denominar-se Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente (CTS-A), quando passou a incluir a articulação com questões ambientais (Santos, 2007). A integração, no ensino das ciências, da relação CTS-A, proporcionou a origem de um movimento de inovação de abordagens direcionadas para a promoção da literacia científica (Chagas, 2000).

No início do ano 2000 surge uma reorganização curricular, com a qual se inicia no ano letivo 2004/2005 um novo programa de Física e Química A, que está em vigor até ao presente ano letivo, onde se pode constatar que os autores preconizam uma abordagem CTS-A para o desenvolvimento e aprofundamento dos conceitos, que serão

abordados através da utilização de grandes temas – problemas da atualidade. A promoção da literacia científica também é referida neste programa, salientando-se que “através desta disciplina os alunos poderão ainda desenvolver aprendizagens importantes no que respeita à formação no domínio da Ciência, mas que a extravasam largamente por se inserirem num quadro mais vasto de Educação para a Cidadania Democrática” e que a disciplina, terá que ser “encarada como uma via para o crescimento dos alunos e não como o espaço curricular onde se “empacotam” conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade” (Martins et al., 2001).

O conceito de literacia científica tem tido muitos significados ao longo do tempo (DeBoer, 2000) e estes nem sempre foram consensuais (Sadler, 2011 citado por Almeida & Galvão, 2013), no entanto, e de um modo geral, “implica uma compreensão ampla e funcional da ciência para fins de educação geral e não preparação para carreiras científicas e carreiras técnicas” (DeBoer, 2000, p. 594).

No relatório do programa *for international assessment* (PISA), surge uma das possíveis definições de literacia científica:

[Literacia] refere-se à capacidade de os alunos para aplicar conhecimentos e habilidades em temas-chave e analisar, pensar e comunicar eficazmente enquanto identificam, interpretam e resolvem problemas numa variedade de situações (OCDE, 2013, p.24).

Outra definição pode ser encontrada no relatório da *National Science Education Standards* (1996), no qual é referido que a Literacia científica é o “conhecimento e a compreensão de conceitos e processos científicos necessários para a tomada de decisão pessoal, participação em atividades cívicas e culturais, e a produtividade económica. Também inclui tipos específicos de competências” (NRC, 1996, p. 22).

Estas definições vão ao encontro do indicado por alguns autores, ao afirmar que uma das finalidades do ensino das ciências será fazer com que os cidadãos usem conceitos e procedimentos científicos para tomarem decisões para resolver problemas diários (DeBoer, 2000; Rutherford & Ahlgren, 1990).

No entanto, os professores desempenham um papel crucial para implementar ou inovar um currículo e, de um modo geral, a falta de sucesso de muitos projetos

inovadores é atribuída à falha dos professores em implementar as inovações preconizadas pelos autores do currículo (Driel et al., 2001).

Segundo Costa, de modo a motivar os alunos e promover a literacia científica:

“o ensino na sala de aula não se pode basear exclusivamente no quadro e giz mas tem de tirar partido das novas tecnologias de informação. Ensinar não se pode reduzir ao binómio de expor a matéria e passar exercícios, sendo necessário propor tarefas diversificadas, incluindo problemas, projetos e investigações, e estimular diferentes formas de trabalho e de interação entre os alunos. O professor não pode monopolizar o discurso na sala de aula mas tem de ser capaz de a transformar numa verdadeira comunidade de aprendizagem em que os alunos tenham um papel de relevo” (Costa, 1999, p.59).

Na atualidade muitas organizações propuseram uma lista de competências que consideram importantes desenvolver nos alunos para o séc. XXI. As competências referidas são organizadas em três domínios: cognitivo; interpessoal; e intrapessoal. A relação entre os três domínios pode ser observada através do seguinte esquema:



Figura 2.1: “Competências para o século XXI” agrupadas em três domínios (NRC, 2013)

Estas competências podem ser organizadas em três domínios: o domínio cognitivo que envolve pensar, raciocinar e outras competências relacionadas; o domínio interpessoal que envolve auto gestão, incluindo a capacidade para gerir os próprios comportamentos e emoções para atingir objetivos; e o domínio interpessoal que envolve a exposição de informações aos outros, bem como interpretar as mensagens dos outros e responder apropriadamente. (NRC, 2013, p. 4). As competências integradas nestes domínios são muito diversificadas, variando desde o pensamento crítico e a argumentação para flexibilidade e empatia.

Ensino por Investigação

Ao longo do programa de Física e Química A surgem muitas indicações metodológicas que, não pretendendo serem unas, aspiram em auxiliar o professor a planificar e orientar as aulas, de entre essas indicações saliento as seguintes: “as aulas deverão ser organizadas de modo a que os alunos nunca deixem de realizar tarefas em que possam discutir pontos de vista, analisar documentos, recolher dados, fazer sínteses, formular hipóteses, fazer observações de experiências, aprender a consultar e interpretar fontes diversas de informação, responder a questões, formular outras, avaliar situações, delinear soluções para problemas, expor ideias oralmente e/ou por escrito” (Martins et al., 2001, p. 9).

Face ao mencionado anteriormente, e “em oposição ao ensino convencional, existe um vasto leque de metodologias e estratégias que envolvem o aluno numa multiplicidade de atividades de aprendizagem, entre essas metodologias destacam-se aquelas que se fundamentam na pesquisa e na investigação científica” (Chagas, 2000), e o professor terá que estar atento a essas novas estratégias de modo a preconizar um ensino segundo uma abordagem CTS-A e centrado na literacia científica.

Os livros de ciência tentam cobrir muitos temas com pouca profundidade, fornecendo pouca orientação sobre como implementar a aprendizagem de conceitos científicos e processos no contexto de problemas do mundo real. Como os professores tentam cumprir os extensos programas, dão pouca atenção para a compreensão dos alunos e, em vez disso, concentram-se em questões ao nível da memorização (NRC, 2013).

Surge assim o recurso a tarefas de investigação como uma estratégia que se coaduna com as orientações curriculares e que permite a consecução de muitas das competências preconizadas por um programa para a literacia científica.

O termo investigação aparece com dois sentidos: investigação como meio de ajudar os alunos a desenvolver conhecimentos sobre conteúdos científicos (ou investigação em ciência); ou investigação como um fim, que permite com que os alunos aprendam a fazer investigação e desenvolvam conhecimentos científicos, bem como importantes competências associadas a uma investigação (identificação de problemas, criação de questões de investigação, planificar e conduzir investigações, e formular, comunicar e defender hipóteses, modelos e explicações) (Adb-El-Khalick et al., 2004).

Quando os professores ouvem ou veem a palavra investigação podem pensar num modo particular de ensinar e de aprender ciência, esta é uma das definições dessa palavra, mas para os *standards* essa definição vai muito mais longe, engloba não apenas a capacidade de se envolver em investigação, mas numa compreensão de como a investigação científica resulta em conhecimento (NRC, 2000).

Não existe uma definição única para o que são investigações, mas segundo o *National Research Council* (1996), estas referem-se aos diversos meios pelos quais os cientistas estudam o mundo natural e propõem explicações baseadas nas evidências retiradas do seu trabalho, mas também se refere às atividades nas quais os alunos desenvolvem o seus conhecimentos e compreensão sobre a ciência bem como uma compreensão de como os cientistas estudam o mundo.

Num contexto de sala de aula, as tarefas de investigação incluem colocar questões com base científica, dar prioridade às evidências para responder a questões, formular explicações a partir das evidências, relacionar as respostas com o conhecimento científico, efetuar comunicações e justificar explicações, isto permite com que os estudantes construam uma questão e procurem possíveis respostas para essas mesmas questões (NRC, 2000).

Uma tarefa de investigação deve iniciar através de uma situação problemática e deve fazer com que os alunos reflitam, discutam, expliquem e relatem, de modo a que estes comecem a produzir o próprio conhecimento por meio da interação entre o pensar, o sentir e o fazer. Nessa perspetiva, a aprendizagem de procedimentos e atitudes torna-se, dentro do processo de aprendizagem, tão importante quanto a aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos (Azevedo, 2004).

No programa da disciplina podemos encontrar algumas das aprendizagens pretendidas:

- Compreender o contributo das diferentes disciplinas para a construção do conhecimento científico, e o modo como se articulam entre si;
- Desenvolver a capacidade de seleccionar, analisar, avaliar de modo crítico, informações em situações concretas;
- Desenvolver capacidades de trabalho em grupo: confrontação de ideias, clarificação de pontos de vista, argumentação e contra-argumentação na resolução de tarefas, com vista à apresentação de um produto final;
- Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito; entre outras (Martins et al., 2001, p.7).

O ensino por investigação vai ao encontro da aquisição destas aprendizagens uma vez que envolve atividades multifacetadas como:

a realização de observações; a colocação de questões; a consulta de livros e outras fontes de informação; o planeamento de investigações; a revisão dos conhecimentos já estudados sobre a experiência; a utilização de ferramentas para analisar e interpretar dados; a exploração, a previsão e a resposta a questões; e a comunicação de resultados (NRC, 1996, p. 23).

Nas tarefas de investigação, o professor age como um mediador da elaboração do conhecimento, propõe o problema, observa os problemas levantados pelos alunos e escolhe novas questões que possam contribuir para a resolução de outros já elaborados (Passos et al., 2012). Wellington (2003, citado por Baptista, 2010) propôs uma das tipologias de investigação que pode ser utilizada pelos professores para elaborar tarefas de investigação (Quadro 2.1).

Quadro 2.1.

Tipologia de investigações

Investigações do tipo “qual?”	Qual dos fatores afeta X? Qual é o melhor plano para...? Qual o X melhor para...?
Investigações do tipo “o quê?”	O que acontece se...? Que relação existem entre X e Y?
Investigações do tipo “como?”	Como é que diferentes Xs afectam Y? Como é que varia X com Y? Como é que X afecta Y?
Investigações gerais	Um questionário histórico ou local Um projecto a longo prazo
Atividades de resolução de problemas	Planear e construir Resolver um problema prático Simulações

(Wellington, 2000, retirado de Baptista, 2010)

O ensino por investigação é aplicado em sala de aula através de tarefas de investigação, e estas podem apresentar-se segundo vários modelos. Um dos modelos apresentados na literatura, para a conceção e implementação de tarefas de investigação é o modelo teórico dos 5 E's. Este modelo, que tem vindo a ser usado desde os anos oitenta, teve origem noutros modelos educacionais (Bybee et al., 2006). Foram quatro os modelos que precederam o modelo dos 5 E's.

O primeiro foi o modelo educacional de Herbart, segundo o qual, o professor deveria começar tendo em conta os conhecimentos e experiências trazidas pelos alunos, para depois introduzir novas ideias que se conectam com as ideias existentes formando novos conceitos (Bybee et al., 2006).

Seguiu-se o modelo educacional de Dewey que consistia num conjunto de passos que incluem: definir o problema; observar condições associadas com o problema; formular uma hipótese para resolver o problema; elaborar várias soluções; e testar ideias para ver o que oferecer a melhor solução para o problema (Bybee et al., 2006).

Nos anos cinquenta do século passado surge o modelo de Heiss, Obourn e Hoffman, ao qual denominaram *learning cycle*, neste os alunos teriam que percorrer quatro etapas para chegar a novos conhecimentos. Estas etapas consistiriam em: observar demonstrações com as quais surgiriam questões, a partir destas propor hipóteses para chegar a uma possível resposta e planificar procedimentos. Depois os

alunos iriam testar as hipóteses, recolher e interpretar dados e elaborar uma conclusão. Seguidamente preparariam resultados e resumos e fariam testes. Finalmente aplicariam a informação, conceitos e aprendizagens a novas situações (Bybee et al., 2006).

Surge depois o modelo de Atkin-Karplus, que engloba três fases que consistem em ter uma experiência inicial com o fenómeno, seguida de uma apresentação aos alunos de novos termos, associados com os conceitos em estudo, e finalmente a aplicação desses conceitos a novas situações (Bybee et al., 2006).

O modelo dos 5 E's apresenta-se como um ciclo de cinco fases, que devem estar contidas na tarefa de investigação, que permitem com que o professor inicia a tarefa motivando os alunos para um assunto, que estes vão ter que explorar, explicar, ampliar e a avaliar o trabalho efetuado.

As fases propostas por este modelo, de acordo com Bybee et al. (2002), são:

- *Motivação (Engagement)* – esta fase inicia o ciclo, nela o professor motiva os alunos para um determinado assunto, promovendo a sua curiosidade e o seu interesse, isto será conseguido se a situação em causa estiver relacionada com a vida real;
- *Exploração (Exploration)* – esta depende da fase anterior, quanto maior for o interesse criado mais os alunos serão conduzidos à exploração de determinado assunto. Nesta fase os alunos são confrontados com tarefas onde colocam questões, fazem previsões, enunciam hipóteses, planificam e realizam atividades laboratoriais, registam observações e resultados, discutem-nos e, se necessitarem redefinem as hipóteses;
- *Explicação (Explanation)* – nesta fase os alunos, com base no trabalho efetuado na fase anterior, apresentam as suas conclusões e procuram fundamentá-las com base nos resultados obtidos anteriormente. O professor tem, nesta fase, um papel fundamental, é ele quem sintetiza as conclusões apresentadas pelos alunos, define os conceitos a partir dessas conclusões, corrige as incorreções científicas que os alunos manifestaram;
- *Ampliação (Elaboration)* – nesta fase, apresentam-se novos problemas aos alunos, de modo a que possam aplicar os novos conhecimentos, aplicando-os noutros contextos. Assim, os alunos poderão propor soluções para estes problemas, para isso terão que tomar decisões e apresentar conclusões;
- *Avaliação (Evaluation)* – é a última fase, e nesta os alunos deverão refletir sobre o trabalho realizado, assim têm oportunidade de avaliar as suas dificuldades e verificar onde podem melhorar. Deste modo o professor, através das reflexões efetuadas pelos alunos, pode avaliar o progresso dos mesmos e verificar se os objetivos educacionais foram atingidos.

Apresenta-se um esquema síntese do que foi mencionado sobre as fases de uma tarefa de investigação segundo o modelo dos 5 E's.

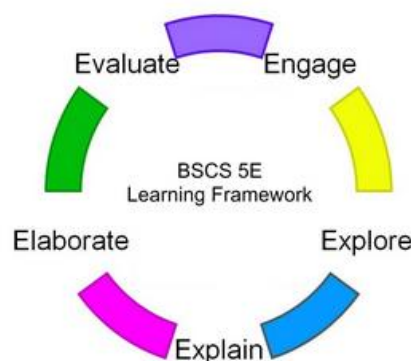


Figura 2.2. Esquematização das fases de uma tarefa de investigação segundo o modelo dos 5 E's. Retirado de:

<http://stemteacherblog.com/2013/11/18/inquiry-based-teaching-and-learning/>

O professor, ao aplicar este modelo, consegue perceber como é que os alunos aprendem, detetar as suas pré – concepções sobre o assunto em estudo e atuar em termos da aplicação de novas estratégias adaptadas aos alunos em causa, com o objetivo da aquisição e construção de novas aprendizagens. (Bybee et al., 2006).

Investigações apontam para que o ensino que segue o modelo dos 5 E's pode resultar em sucesso nas ciências, melhor aquisição dos conceitos, melhor atitude face à Ciência e ao ensino das ciências, melhor capacidade de raciocínio e competências processuais que quando comparado com o ensino convencional (Abell, 2010).

Os professores que defendem e implementam uma filosofia de investigação da aprendizagem fazem-no porque querem inspirar e incentivar um gosto pela aprendizagem entre os alunos. Eles consideram que o propósito da escola é inspirar os alunos, envolvê-los em atividades e projetos criativos e inovadores (Hassard, 2011).

Síntese

Na tentativa de acompanhar as tendências internacionais na preparação de cidadãos aptos para se adaptarem às constantes mudanças na sociedade, os programas dos ensinos básico e secundário da disciplina de Física e Química apresentam como principais finalidades a promoção da literacia científica e a aplicação dos conteúdos da disciplina numa perspetiva CTS-A. Assim, pretende-se que os alunos usem os seus conhecimentos científicos na tomada de decisões em situações do dia-a-dia. Uma das estratégias apropriada para desenvolver tais competências é a utilização de tarefas de investigação em sala de aula, uma vez que estas permitem desenvolver capacidades (conceptuais, processuais e de comunicação) e estimular o espírito crítico bem como a capacidade de resolução de problemas.

Capítulo 3

Proposta Didática

Neste capítulo apresenta-se a proposta didática desenvolvida pelos alunos nas aulas em que foram aplicadas as tarefas de investigação. Estas tarefas foram construídas de modo a seguir as orientações preconizadas no programa da disciplina de Física e Química. Com as tarefas espera-se que os alunos aprendam conceitos científicos relacionados com a subunidade “Energia – do Sol para a Terra” inserida na unidade “do Sol ao aquecimento” da componente de Física do 10.º ano de escolaridade.

O presente capítulo divide-se em três partes: fundamentação didática, onde se faz a contextualização da subunidade; organização da proposta didática; e modo como os alunos foram avaliados.

Fundamentação Didática

O essencial da passagem da informação a conhecimento reside na maior ou menor capacidade de organizar e estruturar a informação disponível, dando-lhe sentido. (Roldão, 1999). Ao planificar uma unidade o professor deverá ter em conta diversos fatores. Assim, para além de seguir as orientações curriculares deverá ter em conta as características dos alunos e as condições de trabalho que a escola oferece (Ponte, 2005).

O programa de Física e Química indica que o objetivo para a educação científica é “a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na Sociedade e, ainda, do modo como os acontecimentos sociais se repercutem nos próprios objetos de estudo da Ciência e da Tecnologia” (Martins et al., 2001, p.5) o que proporcionará sentido aos conteúdos científicos presentes.

Assim, para lecionar a subunidade “Energia - do Sol para a Terra”, recorreu-se à aplicação de tarefas de investigação uma vez que permitem seguir o preconizado no programa de Física e Química A.

Contextualização da Subunidade “Energia – do Sol para a Terra”

A subunidade “Energia – do Sol para a Terra” insere-se no programa de Física e Química A na componente de Física do 10.º ano de escolaridade, e propõe a compreensão de:

fenómenos de aquecimento do quotidiano, começando pelo aquecimento da Terra em que se destaca o papel essencial da radiação solar e se aprofunda a aprendizagem da Lei da Conservação da Energia. Para compreender o estado de equilíbrio térmico quase-estável da superfície terrestre é necessário, para além de reconhecer o que é equilíbrio térmico e as implicações da lei Zero da Termodinâmica, adquirir alguns conhecimentos sobre emissão e absorção de radiação, acompanhados da interpretação física da lei de Stefan-Boltzmann. O deslocamento de Wien será estudado apenas a partir dos gráficos característicos da potência irradiada em função do comprimento de onda para diferentes temperaturas (Martins et al., 2001, p. 61).

Também podemos encontrar como orientação extra aula que “se promova o desenvolvimento de atividades em que os alunos possam apreciar as implicações do efeito estufa e consequências negativas das alterações provocadas na atmosfera por diversas atividades humanas” (Martins et al., 2001, p. 64). Neste trabalho optou-se por fazer a abordagem a este tema em aula, uma vez que é muito motivador para os alunos por se tratar de um assunto bastante atual e controverso.

A figura 3.1 é um esquema organizador dos conteúdos inseridos nesta subunidade e permite uma visão globalizante e uma melhor organização dos conceitos, facilitando a planificação das aulas.

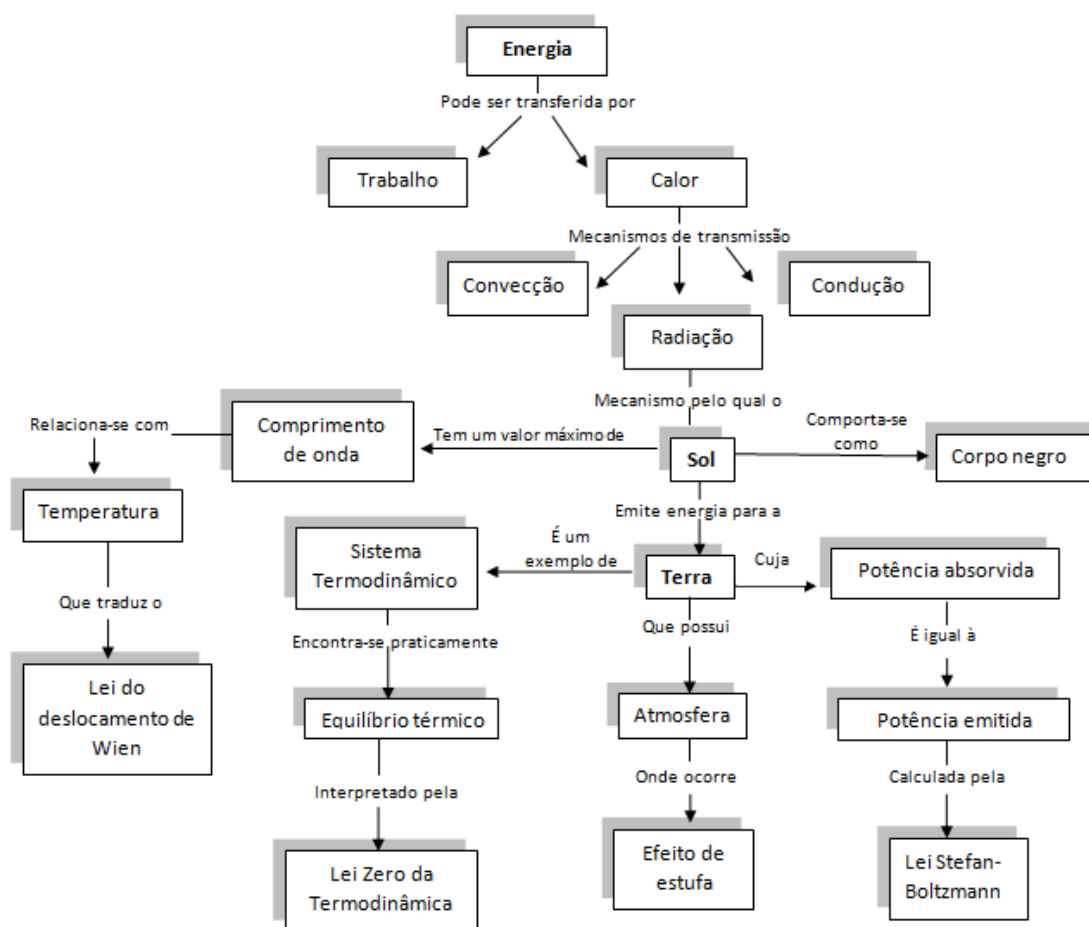


Figura 3.1. Esquema organizador da subunidade “Energia – do Sol para a Terra”

Para o desenvolvimento desta subunidade foram concebidas cinco tarefas, para as quais foram integrados parte dos objetivos de aprendizagem preconizados no programa da disciplina.

De seguida, apresenta-se um quadro resumo (Quadro 3.1.) dos objetivos de aprendizagens a atingir em cada uma das tarefas.

Quadro 3.1.

Sequência dos objetivos de aprendizagem a desenvolver em cada uma das tarefas de investigação.

Tarefa	Objetivos de aprendizagem
1	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar que a temperatura média da Terra é em grande parte determinada pela radiação que ela recebe do Sol, mas que esta também emite energia, pois, caso contrário, ficaria cada vez mais quente. • Identificar um sistema termodinâmico como aquele em que são apreciáveis as variações de energia interna. • Indicar que todos os corpos irradiam energia.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar a potência total irradiada por uma superfície com a respetiva área e a quarta potência da sua temperatura absoluta (Lei de Stefan-Boltzmann). • Identificar a zona do espectro eletromagnético em que é máxima a potência irradiada por um corpo, para diversos valores da sua temperatura (deslocamento de Wien). • Relacionar as zonas do espectro em que é máxima a potência irradiada pelo Sol e pela Terra com as respetivas temperaturas.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar transferências e transformações de energia em sistemas. • Relacionar o poder de absorção de radiação com a natureza das superfícies • Reconhecer que a radiação incidente num corpo pode ser parcialmente absorvida, refletida ou transmitida. • Relacionar as taxas de emissão e de absorção da radiação de um corpo com a diferença entre a sua temperatura e a do ambiente que o rodeia.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar mudanças de estado físico: fusão, vaporização, condensação, solidificação e sublimação. • Identificar a quantidade de energia necessária à mudança de estado físico de uma unidade de massa de uma substância como uma característica desta. • Associar o valor, positivo ou negativo, da quantidade de energia envolvida na mudança de estado físico, às situações em que o sistema recebe energia ou transfere energia para as vizinhanças, respetivamente estabelecer um balanço energético, aplicando a Lei da Conservação da Energia.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar o valor real da temperatura média da Terra, a partir da absorção e reemissão de radiação por alguns gases presentes na atmosfera. • Apreciar as implicações do efeito estufa e consequências negativas das alterações provocadas na atmosfera por diversas atividades humanas.

Como já foi referido, as tarefas de investigação foram concebidas para que os alunos compreendessem os conceitos associados a esta subunidade e expõem os alunos a um tipo de aprendizagem que é paralelo ao trabalho dos cientistas, ajuda os alunos a desenvolver uma compreensão mais profunda da ciência e, pode levar ao desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico (Zhai et al., 2014).

Estas tarefas foram desenvolvidas pela professora e tiveram como base o modelo dos 5 E's. Deste modo, as tarefas são compostas por cinco etapas: Motivação (*Engagement*), Exploração (*Exploration*), Explicação (*Explanation*), Ampliação (*Elaboration*) e Avaliação (*Evaluation*). Ao desenvolvê-las a professora teve o cuidado de encontrar assuntos pertinentes, relacionados com os conteúdos constantes no programa, que conquistassem a atenção dos alunos para o tema. A professora também teve consciência de que as tarefas desenvolvidas dependem dos alunos que as irão trabalhar, do seu nível etário, o seu desenvolvimento científico, a familiaridade que têm com o trabalho investigativo, os seus interesses, etc. (Fonseca et al., 1999).

Como é dito por Fonseca et al. (1999, p. 6) “efetivamente, a variedade de processos em que os alunos se podem envolver, bem como o seu grau de complexidade e até de imprevisibilidade, exigem do professor uma preparação cuidada que vai para além da tarefa que propõe aos alunos”.

As aulas em que se recorre a tarefas de investigação desenvolvem-se em três etapas: introdução da tarefa, desenvolvimento do trabalho e discussão final (Christiansen & Walther, 1986, citados por Oliveira et al., 2013).

A primeira etapa consiste em motivar os alunos para a tarefa, deve ser conduzida pelo professor que deve explicar o modo como vai decorrer e retira possíveis dúvidas que os alunos possam ter. O professor deverá ter o cuidado de não dar as respostas mas apenas fornecer pistas que possam orientar os alunos (Oliveira et al., 2013).

Na segunda etapa os alunos irão investigar o problema em causa, ou seja, irão pesquisar, refletir, questionar. Nesta etapa o professor deverá ter o cuidado de orientar os alunos para que estes sejam capazes de avançar na investigação. Segundo Oliveira et al. (2013, p. 679):

durante esta fase da aula o professor pode ser bastante solicitado e neste momento deve estar atento para compreender, por exemplo, quando o aluno precisa apenas que ele dê sustentabilidade a seus pensamentos ou quando ele está caminhando de forma a levá-lo para

longe dos objetivos da aula e, neste caso, é seu dever instigá-lo de modo a retomar o foco e a linha de raciocínio.

A última etapa consistirá na discussão coletiva. O professor,

na sua função de moderador e orientador, cabe-lhe estimular a comunicação entre os alunos. Nesta fase os alunos são confrontados com hipóteses, estratégias e justificações diferentes das que tinham pensado, são estimulados a explicitar as suas ideias, a argumentar em defesa das suas afirmações e a questionar os colegas. É também esta a altura adequada para se clarificarem ideias, se sistematizarem algumas conclusões e se validarem resultados (Fonseca et al., 1999, p.5).

Organização da Proposta Didática

As tarefas de investigação foram aplicadas numa sequência de seis aulas (2 de 100 minutos e 4 de 150 minutos) numa turma de 10.º ano de escolaridade do curso científico – humanísticos de ciências de tecnologias, constituída por 26 alunos. As aulas de 100 minutos foram lecionadas em salas de aula comuns e as de 150 minutos foram lecionadas no laboratório de Física e em turnos de 13 alunos. Para cada aula foram elaboradas grelhas de planificação, apresentando os conteúdos a abordar, as competências a desenvolver e os recursos educativos utilizados (Apêndice A).

Como já foi referido a abordagem da subunidade “Energia – do Sol para a Terra” foi desenvolvida com recurso a cinco tarefas de investigação (Apêndice B).

A sequência da implementação destas tarefas é apresentada no Quadro 3.2.

Quadro 3.2.

Sequência de aulas correspondentes à realização das tarefas

Tarefa		Data de realização
1 e 2	Balanço energético da Terra	17 fevereiro 2014
3 e 4	Lei de Stefan – Boltzmann e Lei de Wien	18 fevereiro 2014
5, 6 e 7	Emissão e absorção de energia (A.L. 1.1)	20 fevereiro 2014
8, 9 e 10	Sistema termodinâmico (A.L. 1.4)	27 fevereiro 2014
11,12,13 14,15 e 16	Aquecimento global: origem natural ou origem antropogénica?	6 e 14 março 2014

É de notar que, na aplicação das tarefas, apenas as três primeiras tiveram sequência contínua no tempo, uma vez que a quarta tarefa decorreu no laboratório e a quinta tarefa com a turma dividida em turnos. Todas as tarefas foram realizadas em grupos de três ou quatro elementos.

Na primeira tarefa começou-se por pedir aos alunos que lessem uma banda desenhada com o objetivo de lhes suscitar curiosidade para responder à questão colocada pela protagonista, e que se relaciona com o facto de a Terra não aquecer continuamente. Seguiu-se uma pesquisa em várias fontes (manual, internet...), a síntese da informação pesquisada e a elaboração da continuação da banda desenhada com a resposta à questão.

Após esta primeira etapa da tarefa os alunos visualizaram um vídeo sobre experiências realizadas com cobras “*Science Nation – SeeingHeat: The Sensory Systems of Boas, Pythons and PitVipers*” (<http://www.youtube.com/watch?v=5vrlAz8Ja5I>), para os levar a relacionar conceitos mais complexos e assim extrapolar o que sucede com a Terra para todos os corpos. Pretendia-se que os alunos percebessem que o planeta não aquece continuamente, porque embora receba energia proveniente do Sol, também reenvia energia para o espaço numa igual quantidade, mantendo a sua temperatura praticamente constante. Levando os alunos a concluir que este fenómeno sucede com todos os corpos, ou seja, todos os corpos absorvem e irradiam energia.

No Quadro 3.3 encontra-se a identificação dos elementos do modelo dos 5 E’s nesta tarefa.

Quadro 3.3.

Modelo dos 5 E’s na tarefa 1 (Bybee et al., 2006)

Modelo dos 5 E’s	Indicações para os alunos
Motivação	Lê com atenção a seguinte banda desenhada; Vê com atenção o seguinte vídeo.
Exploração	Pesquisa na internet ou no manual que te permita responder à questão.
Explicação	Continuem a banda desenhada onde apresentem a resposta à questão da Mafalda.
Ampliação	Responde às questões propostas.
Avaliação	Refletir

Na segunda tarefa começou-se por pedir aos alunos que lessem uma banda desenhada que lhes suscitaria curiosidade para responder à questão colocada pela protagonista, o que os levaria a pensar como é que foi medida a temperatura à superfície do Sol. Seguidamente leram um breve resumo histórico que os levou a conhecer alguns cientistas que contribuíram para a compreensão dos fenómenos de absorção e emissão de radiação. Seguiu-se uma pesquisa em várias fontes (manual, *internet...*), a síntese da informação pesquisada e a elaboração de uma carta aos protagonistas da banda desenhada. A elaboração desta carta permitiu que os alunos efetuassem a relação histórica entre os conceitos e descobrissem como foi determinada a temperatura à superfície do Sol. Depois, os alunos foram desafiados a determinar a temperatura média da superfície do Sol através da aplicação das expressões matemáticas das Leis de Stefan-Boltzmann e de Wien.

No Quadro 3.4 encontra-se a identificação dos elementos do modelo dos 5 E's nesta tarefa.

Quadro 3.4.

Modelo dos 5 E's na tarefa 2 (Bybee et al., 2006)

Modelo dos 5 E's	Indicações para os alunos
Motivação	Ler a banda desenhada e um pouco da história de alguns cientistas;
Exploração	Pesquisar na internet ou no manual que permita responder à questão.
Explicação	Escrever uma carta à Mafalda e ao Pai de modo a dar resposta à questão.
Ampliação	Planificar um modo de calcular a temperatura do Sol.
Avaliação	Refletir

As tarefas anteriores foram realizadas numa sala de aula comum, apenas existia um computador na mesa do professor, pelo que os alunos acederam à *internet* através dos telemóveis e *tablets*, os manuais foram fornecidos pela professora.

A terceira tarefa é uma adaptação de uma das atividades laboratoriais obrigatórias (A.L. 1.1 - absorção e emissão de energia), logo envolveu a realização de uma experiência e solicitou-se aos alunos que lessem informação sobre a evolução dos

fatos dos astronautas, que os levaria a pensar se a cor e a natureza dos materiais influenciaria a temperatura no interior dos fatos. Seguidamente, tiveram que planificar uma experiência que permitisse dar resposta à questão. Seguiu-se uma pesquisa na internet, a síntese da informação pesquisada, a elaboração de um protocolo e a execução da experiência. Com os dados recolhidos, os alunos tiraram as conclusões de modo a responder à questão. Para terminar a tarefa os alunos tinham que expor as suas conclusões aos outros grupos e a professora, a partir desse ponto, suscitou uma discussão entre eles, de modo a que ficasse claro que a cor branca é um mau absorvedor de energia, o que influencia a temperatura do fato, mas que este não será o único fator a ter em conta na tentativa de manter o astronauta com uma temperatura adequada.

No Quadro 3.5 encontra-se a identificação dos elementos do modelo dos 5 E's nesta tarefa.

Quadro 3.5.

Modelo dos 5E's na tarefa 3 (Bybee et al., 2006)

<i>Modelo dos 5 E's</i>	<i>Indicações para os alunos</i>
Motivação	Ler a informação sobre a evolução dos fatos dos astronautas
Exploração	Planificar a tarefa Realizar a tarefa Registar observações
Explicação	Tirar conclusões Comunicar os resultados
Ampliação	Discutir os resultados em turma com a professora
Avaliação	Refletir

A quarta tarefa também é uma adaptação de uma das atividades laboratoriais obrigatórias (A.L. 1.4 – Balanço energético num sistema termodinâmico) e começou-se por colocar aos alunos uma questão “como será mais eficaz arrefecer a água de uma garrafa? Com água a 0°C ou com gelo a 0°C?”, a partir da qual tiveram que planificar uma experiência. Seguiu-se uma pesquisa na internet, a síntese da informação pesquisada, a elaboração de um protocolo e a execução da experiência. Seguidamente, com os dados recolhidos, os alunos tiraram as conclusões de modo a responder à

questão. Para responder à questão, não bastaria aos alunos comparar a temperatura dos dois sistemas no equilíbrio térmico, teriam que efetuar os cálculos necessários para quantificar as quantidades de energia transferidas, e depois comparar os valores obtidos, de modo a concluir que os valores energéticos envolvidos eram superiores no caso do gelo, e que os sistemas utilizados não poderiam ser considerados sistemas fechados, uma vez que a energia cedida e a energia recebida não eram iguais.

No Quadro 3.6 encontra-se a identificação dos elementos do modelo dos 5 E's nesta tarefa.

Quadro 3.6.

Modelo dos 5 E's na tarefa 4 (Bybee et al., 2006)

Modelo dos 5 E's	Indicações para os alunos
Motivação	Ler a questão problema
Exploração	Planificar a tarefa Realizar a tarefa Registar as vossas observações
Explicação	Tirar conclusões Comunicar os vossos resultados
Ampliação	Discutir os resultados em turma com a professora
Avaliação	Refletir

Nas tarefas três e quatro, a professora optou por não disponibilizar manuais da disciplina, uma vez que nestes existiam protocolos de ambas as experiências, pelo que os alunos efetuaram a pesquisa apenas com recurso à *internet*.

A quinta tarefa envolvia um *role play* (jogo de interpretação de papéis). Inicialmente os alunos leram dois textos sobre o aquecimento global, mas com pontos de vista diferentes quanto às causas do mesmo (causas naturais ou causas antropogénicas). Seguidamente, os grupos de alunos assumiram o papel de um personagem (previamente criado pela professora) e iniciaram a pesquisa de modo a encontrar argumentos que defendessem o ponto de vista deste personagem e que refutassem os argumentos que poderiam ser apresentados pelos personagens que defendiam outra visão do tema. Após esta preparação, os alunos organizaram a participação num congresso, no qual expuseram os seus pontos de vista (apoiados por

uma apresentação PowerPoint). No final os alunos debateram os diferentes pontos de vista e chegaram a uma conclusão global do congresso, conclusões que foram gravadas no programa *online* “Voxopop” (<http://www.voxopop.com/group/f7f8e8cc-073a-4217-bed0-14c59f31c64f>) que permitiu com que os alunos ouvissem as conclusões de todos os grupos. Nesta quinta tarefa, os alunos tiveram acesso a computadores ligados à *internet*.

No Quadro 3.7 encontra-se a identificação dos elementos do modelo dos 5 E’s nesta tarefa.

Quadro 3.7.

Modelo dos 5 E’s na tarefa 5 (Bybee et al., 2006)

Modelo dos 5 E’s	Indicações para os alunos
Motivação	Ler os textos sobre o aquecimento global
Exploração	Pesquisar na internet ou no manual
Explicação	Tirar conclusões Elaborar uma apresentação PowerPoint
Ampliação	Discutir os resultados em turma com a professora Elaborar a súmula do Congresso
Avaliação	Refletir

Com as tarefas de investigação aplicadas ao longo de seis aulas pretendeu-se que os alunos mobilizassem diversas competências, nomeadamente as que estão recomendadas no programa da disciplina e que se encontram descritas no Quadro 3.8.

Quadro 3.8.

Competências mobilizadas em cada tarefa (adaptado de Martins, et al., 2001, p.8)

Competências Mobilizadas		Tarefas				
		1	2	3	4	5
(A) Processual	(A1) Seleccionar material de laboratório adequado a uma actividade experimental			X	X	
	(A2) Construir uma montagem laboratorial a partir de um esquema ou de uma descrição			X	X	
	(A3) Identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função			X	X	
	(A4) Manipular com correção e respeito por normas de segurança, material e equipamento			X	X	
	(A5) Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica.			X	X	
	(A6) Executar, com correção, técnicas previamente ilustradas ou demonstradas			X	X	
(B) Conceptual	(B1) Planear uma experiência para dar resposta a uma questão – problema			X	X	
	(B2) Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico	X	X	X	X	X
	(B3) Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência	X	X	X	X	X
	(B4) Discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usados			X	X	
	(B5) Reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos			X	X	
	(B6) Identificar parâmetros que poderão afectar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar			X	X	
	(B7) Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro			X	X	
	(B8) Elaborar um relatório (ou síntese, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma actividade experimental por si realizada			X	X	
	(B9) Interpretar simbologia de uso corrente em Laboratórios			X	X	
(C) Social, atitudinal e axiológico	(C1) Desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais, de protecção pessoal e do ambiente			X	X	
	(C2) Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos	X	X	X	X	X
	(C3) Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC	X	X	X	X	X
	(C4) Reflectir sobre pontos de vista contrários aos seus					X
	(C5) Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e acção conjunta, com vista à apresentação de um produto final	X	X	X	X	X
	(C6) Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes	X	X	X	X	X
	(C7) Adequar ritmos de trabalho aos objectivos das actividades.	X	X	X	X	X

Avaliação dos alunos

Avaliar é um processo difícil de executar na prática educativa (Nascimento, 2005), a “cultura da avaliação” tão presente nos processos educacionais, que muitas vezes tem contribuído para a manutenção de uma avaliação escolar certificativa, classificatória, perdendo cada vez mais sentido no pedagógico, é uma realidade presente nas salas de aula (Estaban et al., 2003).

O processo da avaliação dos alunos do ensino secundário está regulamentado na secção III do Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho, Série I, nos artigos 28º e 29º. Neste decreto, em especial no artigo 28º, salientam-se vários tipos de avaliação; a diagnóstica; a formativa; e a avaliação sumativa.

O programa de Física e Química preconiza que a:

avaliação formativa deve ser dominante a nível da sala de aula, devido ao seu papel fundamental de regulação do ensino e da aprendizagem, pois permite ao aluno conhecer o ritmo das suas aprendizagens e ao professor tomar decisões sobre a eficácia das metodologias utilizadas com vista ao seu reajustamento (Martins et al., 2001, p.12).

Os autores do programa exemplificam instrumentos variados adequados às tarefas em apreciação: questões de resposta oral ou escrita; relatórios de atividades; observações pelo professor captadas nas aulas; perguntas formuladas pelos alunos; e planos de experiências (Martins et al., 2001).

A avaliação de tarefas de investigação é uma etapa fundamental em todo o processo, e para tal é necessário a elaboração de um conjunto de questões. Segundo Fonseca et al. (1999, p. 11):

Uma avaliação (ainda que informal) sobre o trabalho e a aprendizagem dos alunos e que se debruce sobre questões como: De que forma reagiram os alunos à tarefa? Como está a evoluir a sua relação com as investigações? Em que tipo de processos (questionar, conjecturar, testar, provar...) demonstram maior facilidade ou dificuldade? Como se está a desenvolver a sua capacidade de expressar ideias (oralmente ou por escrito)?

Segundo os mesmos autores, esta avaliação é importante quer para o professor refletir sobre o seu próprio trabalho, dando oportunidade de o reformular, bem como

permitir compreender melhor o modo como os seus alunos aprendem através das tarefas de investigação.

A aprendizagem não resulta simplesmente da atividade, mas sim da reflexão sobre a tarefa. Deste modo, é fundamental, proporcionar aos alunos momentos onde possam pensar e sobretudo refletir sobre a tarefa realizada (Bishop & Goffree, 1986, citados por Fonseca et al., 1999). Os próprios alunos podem participar neste processo de avaliação, fazendo eles próprios a sua autoavaliação (Ponte, 2005, p.21), deste modo, no final de cada tarefa os alunos tinham que refletir sobre o trabalho efetuado através da resposta a quatro questões.

No entanto, efetuar esta avaliação é extremamente complexo, é necessário construir instrumentos de avaliação que permitam avaliar os alunos de um modo mais abrangente do que apenas na incidência nos resultados, assim teve-se o cuidado de analisar os documentos escritos pelos alunos, mas também o modo como desempenharam a tarefa.

Os registos escritos pelos alunos são avaliados a partir de instrumentos de avaliação com descritores para cada tipo de questão existente nas tarefas, adaptados de Galvão et al. (2006). Os critérios utilizados para avaliar os alunos encontram-se em apêndice (Apêndice C) e avaliam os alunos quanto às competências desenvolvidas durante a realização das tarefas.

Síntese

Neste capítulo apresenta-se a proposta didática desenvolvida para o ensino da subunidade “Energia: do Sol para a Terra”, tendo por base no programa da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade. O capítulo começa com a fundamentação didática onde se apresenta a contextualização da subunidade, a organização da proposta didática e a avaliação efetuada aos alunos. A subunidade foi lecionada através da aplicação de tarefas de investigação que foram construídas com base no modelo teórico dos 5 E’s. Estas tarefas permitirão que os alunos desenvolvam, algumas das competências indicadas no programa da disciplina, e também permitem com que exista uma abordagem CTS-A. O capítulo termina com uma pequena abordagem à avaliação das aprendizagens dos alunos que, também de acordo com as indicações do programa da disciplina, foi centrada numa avaliação formativa, na qual o professor não se baseia apenas nos resultados das respostas dos alunos, mas também no processo de aprendizagem dos mesmos.

Capítulo 4

Metodologia de Investigação

Como já foi referido em capítulos anteriores, com este trabalho pretende-se conhecer como é que a aplicação de tarefas de investigação contribui para a aquisição de competências dos alunos do 10.º ano de escolaridade. Deste modo, recorre-se a uma metodologia de investigação qualitativa.

Este capítulo encontra-se organizado em quatro partes. Na primeira procura-se justificar a metodologia utilizada neste estudo. Na segunda caracterizam-se os participantes e a escola onde decorreu o estudo. Na terceira justificam-se as técnicas de recolha de dados utilizados e, por fim, apresenta-se o procedimento de análise de dados.

Método de investigação

A escolha do método de investigação está relacionada com as finalidades do trabalho (Cohen et al., 2007), como já foi referido no primeiro capítulo a finalidade deste trabalho prende-se em conhecer de que forma o uso de tarefas de investigação, sobre a temática Energia, promove o desenvolvimento de competências aos alunos do 10.º ano. Pretende-se saber que dificuldades sentem os alunos quando desenvolvem tarefas de investigação, bem como, o que aprenderam os alunos com as tarefas de investigação e que avaliação fazem os alunos do uso deste tipo de tarefas.

O método mais adequado será a metodologia qualitativa, uma vez que as questões que orientam este trabalho apontam para uma de análise de natureza preferencialmente descritiva e interpretativa.

Segundo Coutinho (2011, p. 19), a investigação qualitativa “não emprega uma metodologia rígida mas antes prática porque pretende compreender a ação humana no processo da comunicação”, neste caso numa sala de aula. Geralmente, este tipo de investigação concentra-se numa amostra relativamente pequena (Patton, 1990).

Desta forma, uma investigação de cariz qualitativo apresenta características que a distinguem de outras metodologias. Numa investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, onde o investigador se interessa mais pelo processo do que apenas pelos resultados, recolhe os dados descritivamente e analisa-os intuitivamente preocupando-se pelas perspectivas dos participante, este tipo de investigação designa-se por naturalista (Bogdan & Biklen, 1994).

Todos os dias os professores encontram, nas escolas e na sala de aula, os mais variados problemas, como por exemplo, a desadequação dos currículos relativamente aos interesses dos alunos, o insucesso dos alunos em relação aos objetivos de aprendizagem, o comportamento dos alunos, as condições pouco favoráveis de trabalho, entre outros. Estes problemas levam a que alguns desses professores procurem soluções através da pesquisa direta dos mesmos em vez de esperar por soluções vindas do exterior (Ponte, 2004b).

Talvez um dos modos mais produtivos de aprender sobre o que é ensinar é através de ensinar e refletir sobre essa experiência (Dias et al., 2013). A identificação das conceções prévias que os alunos possuem sobre um fenómeno ou conceito em estudo, por parte do professor, possibilita que este planeie, desenvolva e avalie atividades e procedimentos de ensino, que permitam a evolução dos conceitos nos alunos, ou seja, o professor deve atuar como professor investigador (Schnetzler et al., 1995).

Segundo Maldaner, (1994 citado por Schnetzler et al., 1995, p. 7):

O professor investigador que se pretende seja construído é aquele capaz de refletir a sua prática de forma crítica, que vê a sua realidade de sala de aula carregada de teorias e intenções de achar saídas para os problemas que aparecem no dia-a-dia. É o professor investigador que procura saber o pensamento do aluno e o coloca em discussão para possibilitar a construção de um conhecimento mais consistente, mais defensável, mais útil para a tomada de decisões. É o professor investigador que vê a avaliação como parte do processo e ponto de partida para novas atividades e novas tomadas de rumo em seu programa de trabalho. A melhor maneira de fazê-lo é a reflexão sobre a própria prática, ou sobre as transformações causadas em nossas salas de aula a partir de nossas atividades. Se essa reflexão for conduzida em grupos de estudo e de pesquisa de professores, cujo objeto é a própria atividade profissional, os resultados serão mais profundos e os avanços mais consistentes.

A investigação sobre a própria prática é um processo sistemático e disciplinado, em que se identifica um problema, tentam-se diferentes modos de fazer as coisas, reflete-se sobre o sucedido, e com base nessas reflexões tentam-se novas estratégias que poderão, ou não, ser mais eficazes (McNiff & Whitehead, 2011).

Richardson (1994, citado por Ponte, 2005, p.9) frisa que a investigação sobre a prática “não é conduzida para desenvolver leis gerais relacionadas com a prática educacional, e não tem como propósito fornecer a resposta a um problema. Em vez disso, os resultados sugerem novas formas de olhar o contexto e o problema e/ou possibilidades de mudanças na prática”.

A investigação sobre a prática pode ter dois objetivos principais. O primeiro relaciona-se com a alteração de algum aspeto da prática, uma vez detetada a necessidade dessa mudança. O segundo, pode procurar compreender a natureza dos problemas que afetam essa mesma prática com vista à definição, num momento posterior, de uma estratégia de ação (Ponte, 2002).

Ponte (2002), refere “a investigação é um processo privilegiado de construção do conhecimento. A investigação na sua prática é, por consequência, um processo fundamental de construção do conhecimento sobre essa mesma prática e, portanto, uma atividade de grande valor para o desenvolvimento profissional dos professores que nela se envolvem ativamente” (p. 3). Assim sendo, ao investigar na própria prática o professor irá criar novas ideias sobre como melhorar o seu desempenho e colocar essas ideias em prática (McNiff & Whitehead, 2011).

Os investigadores que escolhem um estudo sobre a própria prática, tal como com qualquer outro estudo, deverão ter cuidado em assegurar a credibilidade e a validade do mesmo. Segundo Aires (2011, p.55), credibilidade é “o isomorfismo entre a informação recolhida e a realidade” e segundo Bell (1997, p.88), “a validade é um conceito complexo que nos indica se um método mede ou descreve o que supostamente deve medir ou descrever”.

Um dos processos que permitem aumentar a credibilidade e a validade de um estudo é a triangulação (Aires, 2011; Bogdan & Biklen, 1994; Duarte, 2009; Patton, 1990). A triangulação “consiste em recolher e analisar os dados a partir de diferentes perspetivas para os contrastar e interpretar” Aires (2011, p.55). Existem várias modalidades de triangulação: de fontes; interna; metodológica; temporal; espacial; e teórica (Colás, 1998 citado por Aires, 2011). Neste estudo aplicou-se a

triangulação metodológica, que utiliza duas ou mais técnicas de recolha de dados para o estudo do comportamento humano (Cohen et al., 2007).

Nestes estudos têm que se considerar questões de ordem ética (Cohen et al., 2007), deste modo, foram pedidas todas as autorizações necessárias para a aplicação deste estudo na escola, à Diretora do Agrupamento, e conseqüentemente ao Conselho Pedagógico, e aos Encarregados de Educação dos alunos da turma (Apêndices E e F). Também se salvaguardou o anonimato de todos os alunos.

Participantes no estudo

Este estudo foi realizado numa escola secundária que é a escola sede de um agrupamento de escolas. Este agrupamento de escolas reúne todos os níveis de ensino, desde a pré-escola até ao ensino secundário, em edifícios e freguesias diferentes, localizando-se na região do Sotavento Algarvio.

Segundo o Projeto Educativo em vigor os alunos, na sua maioria, provêm de famílias marcadas por um vínculo laboral precário e de carácter sazonal e, na generalidade, apenas com a escolaridade obrigatória. Verifica-se um baixo nível de escolaridade, onde a percentagem de população com o ensino básico é a predominante.

Verificam-se situações de abandono e insucesso escolar, tendo como principais causas para estas realidades, a falta de participação dos pais na vida escolar dos seus educandos, um desinvestimento genérico e progressivo por parte da comunidade local, e a natureza sazonal das oportunidades de emprego que distancia os jovens da escola, sobretudo os alunos do ensino secundário. Salienta-se ainda a falta de perspetivas de futuro, falta de interesse e de estudo, assim como de métodos de trabalho o que contribui para não se valorizar a escola como um local de formação pessoal, social e profissional (Chagas et al., 2011, p.13).

Salienta-se que a escola esteve envolvida num processo de remodelação, que ainda se encontra em fase de finalização, e parte das aulas onde as tarefas de investigação foram aplicadas ocorreram durante as mudanças para as novas instalações, o que deixou as salas de informática indisponíveis. Desta maneira os alunos, com exceção da tarefa 5, efetuaram as pesquisas na *internet* com o auxílio dos telemóveis e *tablets* (o acesso foi feito através da rede sem fios da escola pelo que não existiram encargos financeiros para os alunos).

A turma onde o estudo foi realizado é constituída por vinte e seis alunos, sendo treze do sexo masculino e treze do sexo feminino, e apresenta uma média de idades correspondente a catorze anos e meio. Os alunos residem na sua maioria na cidade onde se encontra a escola e onze deles residem noutras freguesias ou em concelhos vizinhos. O percurso casa/escola é feito na sua maioria a pé, sendo catorze, os alunos que utilizam este meio para se deslocarem, e cinco alunos que utilizam carro e, ainda sete alunos que utiliza outro meio de transporte. Os pais, na sua maioria, concluíram o ensino secundário, tendo cinco concluído uma licenciatura. O ambiente familiar no geral é bom. De salientar que, no geral os alunos tem espaço próprio para estudar e têm apoio no estudo por parte de membros da sua família, assim como todos estão interessados nos resultados dos seus educandos mas, apenas cerca de metade afirma que os pais os pressionam para terem notas acima da média.

Recolha de dados

Segundo Aires (2011) a seleção das técnicas a utilizar durante o processo de pesquisa constitui uma etapa que o investigador não pode descurar, pois destas depende a concretização dos objetivos do trabalho de campo. Para a obtenção e análise dos dados numa investigação qualitativa utiliza preferencialmente técnicas de observação, que têm como objetivo a recolha de dados no meio natural na qual ocorrem (Coutinho, 2011). Para recolher esses dados é comum o investigador, para além de recorrer a observações naturalistas, utilizar também entrevistas e documentos escritos (Marvasti & Silverman, 2008). No Quadro 4.1 apresenta-se uma síntese das técnicas utilizadas numa investigação qualitativa:

Quadro 4.1

Técnicas qualitativas de recolha de informação (Retirado de Aires, 2011, p.24)

A. Técnicas Directas ou Interactivas	. Observação participante . Entrevistas qualitativas . Histórias de vida
B. Técnicas Indirectas ou Não-Interactivas	. Documentos oficiais: registos, documentos internos, <i>dossiers</i> , estatutos, registos pessoais, etc. . Documentos: diários, cartas, autobiografias, etc

Como já foi referido o recurso a diversas fontes permitirá efetuar o cruzamento das informações provenientes de cada uma num processo denominado triangulação (Duarte, 2009). A triangulação é um modo de garantir a validade numa investigação qualitativa (Cohen et al., 2007).

Neste trabalho foram utilizadas as seguintes técnicas para a recolha de dados:

- Observação naturalista (notas de campo e registos vídeo e áudio das aulas);
- Entrevistas (semiestruturadas e em grupo focado);
- Documentos escritos (respostas dos alunos às tarefas de investigação e documentos oficiais).

De seguida, faz-se uma breve descrição das características de cada um das técnicas de recolha de dados usados.

Observação Naturalista

A recolha de informação sistemática através do contacto direto com situações específicas denomina-se observação (Aires, 2011). A observação qualitativa é fundamentalmente naturalista e pratica-se no contexto da ocorrência, entre os atores que participam naturalmente na interação e segue o processo normal da vida quotidiana (Adler & Adler, 1994, citados por Aires, 2011).

Segundo Ludke e André (1986), a observação naturalista pode ser a participante ou não participante. Na observação naturalista participante o fundamental é a integração do investigador no campo de observação e este pode tornar-se parte ativa do campo observado (Meirinhos & Osório, 2010). Quando o observador não interfere no campo de estudo está-se perante uma observação naturalista não participante (Cohen et al., 2007).

A investigação participante não se revela uma tarefa fácil, pois requer uma certa aprendizagem que permita ao investigador desempenhar o duplo papel de investigador e de participante (Meirinhos & Osório, 2010), ao estar integrado no campo de investigação o tempo disponível pelo investigador pode não ser suficiente para efetuar anotações ou fazer questões sobre os eventos de perspetivas diferentes (Yin, 2001). Por este facto, o investigador recorre a várias ferramentas que lhe permitam recolher o

máximo de dados possível, tal como listas de controlo, gravações áudio e/ou vídeo e notas de campo (Chism et al., 2010).

Segundo estes autores (2010, p. 30) estas “notas precisam ser tão completas quanto possível, e podem incluir observações de interações entre as pessoas, atividades que ocorrem no ambiente, e outras informações não verbais, bem como registos de conversas”. Para Bogdan e Biklen (1994, p.151) é possível “acompanhar o desenvolvimento do projeto, visualizar como é que o plano de investigação foi afetado pelos dados recolhidos, e a tornar-se consciente de como ele foi influenciado pelos dados”.

O processo de observação numa investigação de cariz qualitativo tem vantagens e desvantagens. Colás (1998, citado por Aires, 2011, p. 27) refere como vantagens:

As potencialidades que demonstra no estudo das dinâmicas e inter-relações dos grupos em determinados cenários socioculturais; a facilidade na obtenção das informações internas aos grupos que não seriam detetáveis a partir de outras técnicas (ex.: entrevista); a possibilidade de aprofundar o conhecimento das culturas de grupos; a garantia da credibilidade dos resultados ao permitir o trabalho com fontes próximas e em primeira mão; a facilidade no registo de informações não verbais. A observação tenta evitar a distorção artificial da experimentação e a dimensão “entorpecedora” da entrevista.

Aires (2011) refere como desvantagens a existência do perigo da subjetividade que provém da influência dos sentimentos ou preconceitos do investigador, da incidência do comportamento do investigador na dinâmica do grupo e a perda de capacidade crítica face a uma possível empatia com o grupo.

Neste trabalho, a professora encontra-se envolvida com os alunos na sala de aula, logo a observação é participante, e após o período de observação regista, as reações que os alunos manifestaram durante a realização da tarefa, em notas de campo. Para além das notas de campo a professora recorreu a gravações áudio e vídeo para melhor percecionar os acontecimentos decorridos em sala de aula.

Entrevistas

Outra técnica utilizada numa investigação qualitativa é a entrevista. As entrevistas permitem que o investigador recolha os dados dos participantes, focando a atenção destes em itens específicos, e obtenha as opiniões dos entrevistados sobre o

tema. Através da entrevista, o investigador aprende sobre as experiências, percepções e sentimentos daqueles que estão sendo entrevistados. No entanto, é importante lembrar que a entrevista não produz uma autêntica recriação dessas experiências (Chism et al., 2010).

Uma forma de categorizar entrevistas é por quem está sendo entrevistado, um indivíduo ou um grupo. A entrevista em grupo focado pode ser uma ferramenta poderosa para a obtenção de informações não acessíveis em entrevistas individuais (Chism et al., 2010). Uma entrevista em grupo focado, é uma entrevista, sobre um tema específico, realizada com um pequeno grupo de pessoas (seis a dez) e os participantes terão experiências semelhantes, não é uma sessão de resolução de problemas, não é uma discussão primária pelo que interações diretas entre os participantes podem ocorrer (Patton, 1990).

Neste trabalho, os alunos foram entrevistados simultaneamente, pelo que se optou por uma entrevista em grupo focado. Ao contrário das entrevistas comuns, numa entrevista em grupo focado os participantes ouvem as respostas uns dos outros e podem fazer comentários adicionais, sem estarem à espera da sua vez. No entanto, os participantes não têm que concordar uns com os outros, nem precisam de chegar a um consenso, mas também não é necessário discordarem uns dos outros (Patton, 1990). O objetivo é recolher dados de alta qualidade num contexto social onde cada pessoa pode considerar os seus próprios pontos de vista no contexto de outras opiniões (Patton, 1990).

Este tipo de entrevistas acarreta vantagens e desvantagens. Segundo Patton (1990), com este tipo de entrevista os dados são recolhidos mais rapidamente uma vez que a opinião dos participantes é obtida simultaneamente, ao existirem interações entre os participantes a qualidade dos dados vai melhorar, já que as participações vão ser mais equilibradas o que permite uma rápida avaliação na medida em que pode existir uma opinião partilhada por todos ou, por outro lado, existir uma grande diversidade de pontos de vista. No entanto, o facto de estarem em grupo, alguns participantes podem ser influenciados na sua expressão individual, também pode ocorrer que o grupo seja dominado por uma ou duas pessoas, o pensamento do grupo é um possível resultado do processo e exige um entrevistador com boa capacidade de moderação (Fontana & Frey, 1994 citados por Aires, 2011; Patton, 1990). O número de questões elaboradas não pode ser elevado para dar a que todos os participantes oportunidade de participar (Patton, 1990).

Ao iniciar-se a entrevista, o moderador deverá proporcionar uma breve explicação dos objetivos da pesquisa e do âmbito da discussão e explicar o uso de meios de registo áudio e/ou vídeo, a partir do momento em que a entrevista é iniciada competirá ao grupo configurar o seu próprio discurso e ao moderador reajustar sistematicamente as suas estratégias em função da dinâmica da entrevista (Aires, 2011).

Neste trabalho, as entrevistas foram gravadas em vídeo de modo a facilitar a transcrição dos dados, os alunos foram divididos em quatro grupos. Dois desses grupos eram constituídos por seis elementos e os outros dois grupos por sete elementos. As entrevistas foram efetuadas em aulas de turnos, encontrando-se na sala apenas metade dos alunos da turma, o que facilitou a gravação uma vez que o ruído de fundo era menor. Para estas entrevistas foi elaborado um guião de entrevista (apêndice D).

Documentos escritos

Numa investigação qualitativa, o investigador pode, ainda, recorrer a documentos escritos como técnica de recolha de dados (Ludke & André, 1986). Os documentos escritos podem desempenhar funções diversas na investigação em educação como, apoiar os métodos diretos de recolha de informação (Aires, 2011), pode servir para contextualizar o caso, acrescentar informação ou para validar evidências de outras fontes (Meirinhos & Osório, 2010).

Colás (1998, citado por Aires, 2011) destaca dois tipos de documentos: oficiais e pessoais. Os documentos oficiais podem ser de dois tipos, os internos e os externos, e, segundo Aires (2011, p. 42) ambos “proporcionam informação sobre as organizações, a aplicação da autoridade, o poder das instituições educativas, estilos de liderança, forma de comunicação com os diferentes atores da comunidade educativa”. Segundo a mesma autora os documentos pessoais “integram as narrações produzidas pelos sujeitos que descrevem as suas próprias ações, experiências, crenças” (Aires, 2011, p.42).

Segundo Ludke e André (1986), como exemplos de documentos podem ser referidos: leis e regulamentos, normas, pareceres, cartas, memorandos, diários pessoais, jornais, revistas, autobiografias, arquivos escolares, circulares, entre outros.

Neste trabalho, recorre-se a tanto a documentos pessoais como a documentos oficiais. Em relação aos documentos pessoais, utilizam-se as tarefas realizadas pelos alunos, onde se incluem as suas reflexões escritas. Em relação aos documentos oficiais,

recorre-se ao Projeto de turma e ao Projeto educativo da escola para a caracterização dos alunos participantes.

Análise de Dados

Após a recolha de dados será necessário efetuar a sua análise. Os dados recolhidos, por si só, são insuficientes para responder às questões de investigação, cabendo ao investigador o trabalho de encontrar um significado ao conjunto de materiais informativos procedentes das diversas fontes utilizadas (Rodriguez et al., 1996).

Decidir quais são os dados mais pertinentes ao estudo, nem sempre é uma tarefa fácil e requer o julgamento do pesquisador. As decisões na seleção dos dados variam consoante o investigador, alguns podem reduzir a quantidade de dados que analisam num estágio inicial da análise sem danificar sua integridade, e outros trabalham com uma maior quantidade de dados ao longo de todo o processo. Um cuidado a ter não eliminar dados rejeitados em alguma fase do processo pois, mais tarde, podem vir a ser importantes para essa análise (Chism et al., 2010).

Não existe um único modo de analisar e apresentar dados originários de uma investigação qualitativa (Cohen et al., 2007; Rodriguez et al., 1996). Geralmente, para iniciar o tratamento da informação recolhida, o investigador poderá reduzir os dados, fazendo uma simplificação, de modo a ser mais fácil trabalhá-los. Para esta tarefa o mais comum é categorizar e codificar esses dados (Rodriguez et al., 1996).

À medida que os dados são selecionados para uma análise mais aprofundada, o investigador tenta arranjar padrões de modo a conseguir categorizá-los (Chism et al., 2010), ou pode definir estas categorias *a priori*, seja qual for método escolhido o estabelecimento de categorias necessita obedecer a um conjunto de critérios (Moraes, 1999).

Para formar as categorias, o investigador tem que estar ciente dos objetivos do estudo, da homogeneidade e da validade das categorias consideradas (Bogdan & Biklen, 1994; Moraes, 1999). Segundo Moraes (1999), a validade exige que a totalidade das categorias criadas sejam significativas e úteis em termos do trabalho proposto, da sua problemática, dos seus objetivos e da sua fundamentação teórica. Segundo o mesmo autor, quando as categorias são definidas *a priori*, a validade pode ser construída a partir

de um fundamento teórico e no caso das categorias emergirem dos dados, os argumentos de validade são construídos gradativamente. Uma categorização válida deve ser significativa em relação aos conteúdos dos materiais que estão sendo analisados, constituindo-se numa reprodução adequada e pertinente destes conteúdos (Moraes, 1999).

No presente trabalho, para efetuar a análise de dados foram utilizados os documentos escritos e as transcrições das entrevistas, das notas de campo e dos registos áudio e vídeo. Através da análise cuidada desses dados foram surgindo categorias e subcategorias que foram o resultado da identificação de padrões entre os dados. Isto permitiu apresentar a informação recolhida de um modo mais fácil de trabalhar, assim, as categorias e subcategorias emergiram dos dados recolhidos.

Do processo de análise dos dados recolhidos, procurou-se que as categorias e subcategorias criadas (Quadro 4.2) integrassem a natureza dos mesmos, de forma a dar resposta às questões que orientam este trabalho.

Quadro 4.2:

Categorias e subcategorias

Questões de estudo	Recolha de dados	Categorias	Subcategorias
Que dificuldades sentem os alunos quando desenvolvem as tarefas de investigação?	Entrevistas em grupo focado	Competências de conhecimento	Mobilizar conceitos científicos
			Realizar cálculos
			Planear uma experiência
			Interpretar resultados
			Discutir os limites de validade dos resultados obtidos
			Formular uma hipótese
	Documentos escritos pelos alunos Notas de campo Registos áudio e vídeo	Competências processuais	Selecionar material de laboratório
			Construir uma montagem laboratoriais
			Recolher, registar e organizar dados de observações
			Executar experiências
		Competências de comunicação	---
O que aprenderam os alunos com as tarefas de investigação?	Entrevistas em grupo focado	Competências de conhecimento	Mobilizar conceitos científicos
			Realizar cálculos
			Planear uma experiência
			Interpretar resultados
			Discutir os limites de validade dos resultados obtidos
			Formular uma hipótese
	Documentos escritos pelos alunos Notas de campo Registos áudio e vídeo	Competências processuais	Selecionar material de laboratório
			Construir uma montagem laboratoriais
			Recolher, registar e organizar dados de observações
			Executar experiências
		Competências de comunicação	----
Que avaliação fazem os alunos do uso de tarefas de investigação?	Entrevistas em grupo focado	Gostos e interesses	----
	Documentos escritos pelos alunos	Trabalho nas tarefas	----

Síntese

Neste capítulo apresenta-se e descreve-se a metodologia utilizada neste trabalho, os alunos e a escola onde decorreu o estudo, indicam-se as técnicas de recolha de dados utilizados e o modo como estes foram analisados. Para a realização deste trabalho utilizou-se uma metodologia de investigação qualitativa e como estratégia de investigação efetuou-se um estudo sobre a própria prática. Participaram 26 alunos de uma turma de 10.º ano de escolaridade de uma escola secundária do Sotavento Algarvio. Os instrumentos utilizados para a recolha de dados foram: a observação naturalista; as notas de campo; as entrevistas em grupo focado; os registos áudio e vídeo; e os documentos escritos. Após a análise desses dados foram criadas categorias e subcategorias que irão permitir dar resposta e tirar conclusões sobre as questões que orientam este trabalho.

Capítulo 5

Resultados

No presente capítulo apresentam-se os resultados e procura-se dar resposta às questões de investigação. Primeiramente, identificam-se as dificuldades sentidas pelos alunos quando usam tarefas de investigação. Seguem-se as aprendizagens realizadas pelos alunos ao longo da implementação das tarefas de investigação. E, por último, apresenta-se a avaliação que os alunos fazem do uso das tarefas de investigação.

Dificuldades que os alunos sentem quando realizam tarefas de investigação

As dificuldades evidenciadas pelos alunos aquando da realização das tarefas de investigação foram identificadas através da análise dos dados recolhidos através de entrevistas em grupo focado, dos registos áudio e vídeo das aulas, dos documentos escritos e das notas de campo da professora. As dificuldades foram organizadas em três categorias: competências conceptuais; competências processuais; e competências de comunicação.

Competências conceptuais

As competências conceptuais foram divididas em várias subcategorias: mobilizar conceitos científicos; realizar cálculos; planejar uma experiência; interpretar resultados; discutir os limites de validade dos resultados obtidos; e formular hipóteses.

Mobilizar conceitos científicos

Ao longo da implementação das tarefas os alunos foram mobilizando conceitos científicos, a partir de conhecimentos adquiridos em anos anteriores e a partir da pesquisa efetuada durante as tarefas.

Em todas as tarefas os alunos tinham que pesquisar a informação em várias fontes para poder responder à questão inicial ou à parte denominada “vai mais além”, os alunos referiram e revelaram a existência de dificuldades na mobilização de conceitos científicos.

Na tarefa 1 os alunos tivessem que descobrir o porquê da Terra manter a sua temperatura constante, realizar uma pesquisa e posteriormente, com a informação recolhida, completar a banda desenhada que acompanhava a tarefa. Assim, os alunos tiveram que relacionar alguns conceitos como a absorção, reflexão e emissão de radiação para chegarem à resposta da questão.

Os alunos apresentaram dificuldades na aquisição de conhecimento científico através das informações que iam recolhendo. O seguinte exemplo evidencia dificuldade em relacionar os fenómenos de emissão e absorção de energia com o facto do planeta Terra manter a sua temperatura média praticamente constante:

B5 – Pois a Terra não absorve totalmente as radiações emitidas pelo Sol, daí a Terra não aquecer tanto.

B2 – Por que a Terra é um corpo que absorve e emite energia.

B1 – E está bem!

(registo vídeo, Tarefa 1, Grupo B)

Do exemplo apresentado denota-se a dificuldade, deste grupo de alunos, em perceber que, embora a Terra emita e absorva energia, para que a temperatura se mantenha constante, as quantidades de energia envolvidas em ambos os processos têm de ser iguais.

Os alunos também apresentaram dificuldade em distinguir os conceitos de energia e de radiação:

B2 – Por que todos os corpos emitem energia.

B5 – Mas aqui fala em radiação!

B2 – Radiação e energia vai dar ao mesmo!

(registo vídeo, tarefa 1, grupo B)

No exemplo anterior, o aluno B2 não faz distinção entre radiação e energia, não tem a noção de que a energia se pode transferir como trabalho, como calor, ou como radiação e que, no caso desta tarefa, a transferência de energia é feita por radiação, daí a importância da sua referência.

Ainda relacionado com os fenómenos emissão e absorção de energia, os alunos apresentaram dificuldade em relacioná-los com a reflexão, como se pode ver no seguinte exemplo:

D5 – A temperatura da Terra não aumenta constantemente devido à atmosfera terrestre.

D7 – Refletir parte da radiação...

D5 – ... devido ao efeito do albedo

(registo vídeo, tarefa 1, grupo D)

Os alunos relacionaram o facto da temperatura da Terra não aumentar constantemente à reflexão da radiação na atmosfera (albedo) e não ao facto do planeta emitir e absorver a mesma quantidade de radiação, para além disto ainda consideram o albedo um efeito.

Os alunos demonstraram ter dificuldade em compreender a constituição da luz solar (estrelas). Esta dificuldade pode ser verificada no seguinte exemplo:

B2 – Supõe que as estrelas emitem luz... radiação na região do visível.

(registo vídeo, tarefa 1, grupo B)

Neste caso, o aluno associa a luz emitida pelas estrelas apenas ao espectro da região do visível, logo não relacionam a luz ao espectro eletromagnético, que está constituído por radiação com características diferentes da radiação visível.

Na tarefa 2 os alunos, para responderem à questão, tinham que chegar às expressões das Leis de Stefan-Boltzmann e de Wien, e calcular a temperatura do Sol.

Inicialmente pedia-se aos alunos a análise das Leis de Stefan-Boltzmann e de Wien, mas verificaram-se dificuldades em perceber algumas das grandezas físicas necessárias, como se pode verificar neste exemplo:

B7 – Então quer dizer que se souberes a energia irradiada sabes a temperatura! E como é que sabes a temperatura?

(...)

B7 – E como é que ele calculou o fluxo solar?

B5 – O fluxo solar?

B7 – Como é que ele soube isso?

(...)

B5 – Através da quantidade de energia absorvida pela atmosfera...
e depois ele fez outras contas...

B7 – E tu percebes as contas?

B4 – Então sabe-se a temperatura através do espectro eletromagnético!

B5 – Não!

B7 – Não! Sim!

B4 – É o que diz a Lei de Wien.

(registo vídeo, tarefa 2, grupo B)

Do exemplo anterior pode-se perceber que os alunos tiveram dificuldade em perceber como é que as grandezas necessárias, para a resolução do problema através da Lei de Stefan-Boltzmann, foram determinadas. Para além disso, a aluna B4, ao referir que a temperatura é obtida através do espectro eletromagnético não fez a relação com o comprimento de onda máximo da radiação emitida.

Outra dificuldade que se pode encontrar nesta tarefa é a confusão entre os conceitos de potência e de energia, como se pode observar no seguinte exemplo:

D5 – A radiação emitida pelos corpos depende do intervalo de tempo a que está a emitir radiação.

(registo áudio, tarefa 2, grupo D)

No exemplo apresentado, o aluno confunde os conceitos de potência emitida com energia emitida (radiação), uma vez que considera ambas como radiação, ou seja, considera a potência emitida e a energia emitida como grandezas iguais.

Nas tarefas 3 e 4, os alunos, para responderem à questão problema tinham que planificar e executar uma experiência. No entanto, os alunos também tinham que mobilizar conhecimentos científicos para conseguirem terminar as tarefas com sucesso. Nestas duas tarefas os alunos não puderam utilizar os manuais (uma vez que estes tinham os protocolos das experiências) pelo que a pesquisa foi efetuada apenas com recurso a sítios da *internet*.

Na tarefa 3, os alunos teriam que saber o porquê dos fatos dos astronautas serem de cor branca, teriam que saber relacionar os conceitos de emissão e absorção de

energia e relacioná-los com os poderes de absorção de radiação com a natureza das superfícies.

Nesta tarefa nenhum dos alunos refere dificuldades na aquisição de conhecimento científico, uma vez que apenas se focaram na parte experimental. No entanto nos registos áudio e vídeo podemos encontrar algumas dificuldades relacionadas com este tópico, como se pode verificar no seguinte excerto:

B1 – Eu acho que é por que o branco absorve todas as radiações.

B5 – O branco absorve toda a radiação.

(registo áudio, tarefa 3, grupo B)

Neste exemplo, os alunos consideram que a cor branca tem capacidade de absorver todas as radiações o que denota confusão entre as propriedades da cor preta e da cor branca.

Na tarefa 4, os alunos apresentaram bastantes dificuldades na aquisição de conhecimento científico, uma vez que tinham que relacionar a energia que era transferida entre dois sistemas a temperaturas diferentes.

Nos registos áudio e vídeo também se verificaram algumas dificuldades na mobilização de conhecimentos relacionados com esta tarefa:

B1 – Isto é da concentração mássica?

B2 – Isso é a capacidade térmica mássica!

B1 – Isso!

B2 – É aquilo que a gente pôs na atividade, quanto maior é a capacidade térmica mássica, mais tempo demora a perder a energia...

B1 – Pois eu não percebo muito disto, mas vá, vamos lá!

(registo vídeo, tarefa 4, grupo B)

Pela transcrição anterior percebe-se que os alunos apresentam confusão entre os conceitos de concentração mássica e de capacidade térmica mássica. Também consideram que quanto maior a capacidade térmica mássica mais tempo demora a perder energia, o que também mostra que os alunos não perceberam o conceito, uma vez que, para fazer essa afirmação, têm que partir do pressuposto que as substâncias estão a receber a mesma taxa de energia.

Outra dificuldade sentida nesta tarefa foi a referida nas seguintes reflexões dos alunos:

1-> Senti muitas dificuldades mas contar e ouvir das partes da realização da experiência, visto que foi difícil descrever que cálculos fazer.

7. Senti dificuldades no momento de colocar / passar a informação para fórmulas

Pela dificuldade em relacionar os conceitos de energia transferida e energia recebida com as fórmulas matemáticas os alunos, inicialmente, não conseguiam equacionar o problema de modo a poderem efetuar os cálculos necessários.

Na tarefa 5, os alunos tinham que participar num *role play*, no qual assumiriam o papel de um personagem que iria participar num congresso sobre aquecimento global. Nesta os alunos teriam que pesquisar sobre o tema e, segundo a perspectiva do personagem, defender um ponto de vista. A pesquisa desta tarefa foi a que mais demorou, já que os alunos tinham que preparar uma apresentação para o congresso, arranjar questões para os outros grupos e preparar-se para possíveis questões efetuadas pelos outros grupos.

Nesta tarefa os alunos também evidenciaram dificuldades na aquisição de conhecimento científico, não propriamente em perceber em que consiste o efeito de estufa, mas em associar o fenómeno do aquecimento global a causas relacionadas a fatores naturais. O seguinte exemplo evidencia esse facto:

Como o nosso grupo tinha que defender as causas antropogénicas, e toda a nossa vida escolar ouvimos que o aquecimento global é causado pelo homem, foi um pouco complicado arranjar argumentos que defendessem as causas antropogénicas.

No excerto anterior, o aluno relata o facto de que até à data apenas relacionar o fenómeno do aquecimento global com fatores antropogénicos, e que precisamente

surgem dificuldades em arranjar argumentos que defendessem os fatores naturais como causa desse fenómeno. É de referir que o aluno que escreveu este exemplo pertencia a um grupo que teria que defender as causas naturais como principais responsáveis do aquecimento global, uma vez que assumiam a posição de um diretor de uma fábrica, ou seja, quando o aluno refere a defesa das causas antropogénicas, refere-se à defesa da não influência das atividades do Homem no fenómeno do aquecimento global.

O próximo excerto corrobora essa dificuldade:

D1 – Estamos habituados ou a dar a nossa opinião, ou a fazer trabalhos, ou apresentações orais, mas não interpretando outras pessoas, não tomando o ponto de vista que elas teriam.

Prof – por que se fosse o teu ponto de vista, se calhar todos teriam o mesmo ponto de vista... inicialmente.

D4 – inicialmente sim.

D1 – os antropogénicos sim.

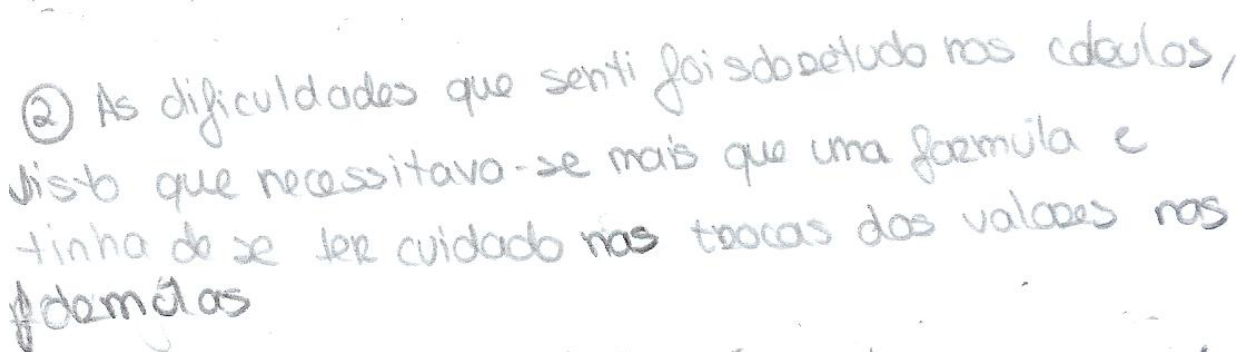
(entrevista, grupo D)

O excerto anterior corrobora a ideia de que os alunos não estão habituados a efetuar *role-play* e de que todos associavam as causas do aquecimento global à atividade humana.

Realizar Cálculos

Outra dificuldade muitas vezes indicada pelos alunos estava relacionada com os cálculos matemáticos que tiveram que efetuar nas tarefas 2 e 4.

Como se pode verificar no seguinte exemplos retirado da reflexão efetuada por um dos alunos no final da tarefa 2.



2) As dificuldades que senti foi sobretudo nos cálculos, visto que necessitava-se mais que uma fórmula e tinha de se ter cuidado nas trocas dos valores nos cálculos

O excerto anterior refere-se precisamente às dificuldades sentidas na realização dos cálculos bem como na substituição dos valores das grandezas nas fórmulas.

O seguinte excerto confirma as dificuldades sentidas pelos alunos na realização de cálculos:

D1 – Isso é porquê?

D2 – É do e (emissividade).

D6 – Isso não vai fazer nenhuma diferença, na mesma.

D2 – Sim, mas tens que pôr na fórmula.

D6 – A multiplicar por 4π .

(registo áudio, tarefa 2, grupo D)

Neste excerto os alunos, ao substituir os valores na expressão matemática, colocam todos os valores que estão na mesma, independentemente de não fazer qualquer alteração no cálculo.

Este facto é corroborado com a resposta dada por uma das alunas à questão “que dificuldades sentiste na realização da tarefa?”:

2. As únicas dificuldades que senti foram nos cálculos uma vez que esquecia mais que uma fórmula e tinha que ter cuidado na substituição dos valores nas mesmas.

Outra dificuldade relacionada com o cálculo está exemplificada na seguinte transcrição:

D6 – Não te enganes com os sinais de multiplicação!

D1 – Menos T ao quadrado é igual a ... está correto?

D2 – Está! Então se tu mudaste para o outro lado!

D6 – Tu estás a multiplicar, não estás a somar!

D1 – Está a multiplicar!

D1 – Diz-me o valor que vai dar desta conta toda?

D6 – Este é igual a este a dividir por isto!

D1 – Ok!

D6 – T elevado a quatro é igual a isto a dividir por isto!

D2 – Deu $2,99 \times 10^{11}$. Fiz primeiro este ao quadrado ...

D6 – E depois dividiste por isto?

D2 – Ainda não dividi. Agora fica a dividir por três... deixa lá ver...

D1 – Não, não, não, este a dividir por este!

D2 – Ah, ok, então espera...

(registo áudio, tarefa 2, grupo D)

Neste caso a dificuldade prende-se com a alteração de uma expressão matemática, para a colocar em ordem à grandeza que se pretende calcular, neste caso todas as grandezas estão a multiplicar e os alunos, ao mudar a grandeza de membro, resolvem a equação como se de uma soma se tratasse, esta dificuldade revelada em praticamente todos os grupos.

Neste exemplo, também podemos verificar uma das estratégias utilizadas pelos alunos, para realizar os cálculos, foi a partilha de ideias. Deste diálogo constata-se que os alunos deste grupo iam avançando com o cálculo conjuntamente de forma a chegar ao resultado final.

Na tarefa 4 também foram referidas dificuldades na realização de cálculos, uma vez que nesta tarefa era necessário efetuar o cálculo da energia cedida / recebida pelos sistemas de modo a concluírem que esta era aproximada.

Esse facto foi referido nas reflexões dos alunos, como se pode constatar no seguinte exemplo:

7. as dificuldades em calcular a energia.

No exemplo anterior o aluno reforça as dificuldades sentidas na realização de calcular o valor da energia. O próximo exemplo também confirma o mencionado anteriormente na realização dos cálculos:

D4 – Esta matéria é difícil!

D3 – Estas contas todas!

(...)

(registo vídeo, tarefa 4, grupo D)

Este facto reforça a dificuldade que os alunos sentiram em realizar os cálculos, estas associam-se às dificuldades na disciplina de matemática.

Planear uma experiência

Nas tarefas 3 e 4 os alunos tinham que planificar uma experiência para dar resposta à questão inicial. Aqui alguns alunos referiram, nas entrevistas e nas reflexões realizadas no fim de cada tarefa, que tinham dificuldades a fazê-lo. O seguinte exemplo retirado de uma das entrevistas:

Prof- Então que dificuldades sentiram nas tarefas, no geral?

A4 – ... dificuldade em planificar algumas atividades, pois algumas eram complicadas, foi só isso.

(entrevista, grupo A)

Neste exemplo é evidente a dificuldade sentida pelos alunos na planificação de atividades. Ainda em relação a esta dificuldade, os alunos referiram que:

B2 – Preparar as atividades experimentais.

Prof – Os protocolos?

B2 – Ter ideias às vezes.

B1 – Sim, para termos um melhor desempenho. Às vezes não sabíamos algumas coisas para fazer, como tapar as latas, não nos lembrámos.

B2 – E quais eram os melhores materiais para utilizar para fazer a experiência.

(entrevista, grupo B)

Neste último excerto os alunos referem que as dificuldades em planear as experiências estiveram relacionadas com ter ideias para elaborar o protocolo e em escolher os materiais adequados à mesma.

No seguinte excerto, retirado de um registo áudio durante a tarefa 3, os alunos ao planificar a experiência não tinham noção do tempo de duração da mesma:

Prof – E quando é que paravam? (referindo-se ao tempo de exposição das latas à luz da lâmpada)

A4 – Quando atingisse uma certa temperatura que a gente pusesse ali, não?

Prof – Então discutam lá isso bem!

(registo áudio, tarefa 3, grupo A)

Neste último exemplo, os alunos evidenciam que uma das dificuldades em planificar a experiência relacionou-se com o tempo destinado à mesma. Outro exemplo, que corrobora esta dificuldade, retirado das entrevistas é esta declaração de um dos alunos:

C3 – Falando por mim acho que foi na organização, pessoalmente senti dificuldades em organizar-me por mim própria sem ter um protocolo, ou assim, para seguir todos os passos, ou seja, pensar em todos os tópicos que eu tenho que seguir para uma atividade. (...)

(entrevista, grupo C)

Neste caso, os alunos evidenciam que uma das dificuldades em planificar a experiência relacionou-se a organização e construção das etapas da experiência.

A tarefa 4 envolvia uma maior complexidade nos conteúdos abordados que a tarefa 3, e as dificuldades apresentadas na elaboração do protocolo da experiência terão sido devidas a este facto. Nas reflexões individuais apenas um aluno refere dificuldades na planificação da experiência da tarefa 3 enquanto nas reflexões da tarefa 4 apenas dois alunos o referem.

Interpretar resultados

Os alunos também evidenciaram dificuldades em interpretar resultados. Na tarefa 3, depois de analisar os resultados, os alunos tinham que retirar conclusões, nesta fase houve algumas dificuldades uma vez que os resultados não foram os esperados. Os alunos, ao preparar a tarefa, esperavam que a lata preta aumentasse mais a temperatura, seguida da lata revestida a alumínio, e a lata que aumentaria menos a temperatura seria a branca, e em alguns grupos isso não sucedeu, como se pode constatar no seguinte exemplo:

A2 – Teoricamente nós sabemos que a lata branca deveria aumentar a uma menor velocidade que a de alumínio, mas o material que utilizámos não foi o melhor e tivemos erros.

(...)

A2 – As conclusões é que a cor preta absorve melhor a radiação que a branca e a revestida de alumínio, a branca supostamente reflete.

A3 – E demorou mais tempo a aumentar de ...

(...)

A2 – A preta aumentou mais, mas a branca aumentou mais que a do alumínio!

A3 – Porquê?

A2 – Não sei!!

(registo vídeo, tarefa 3, grupo A)

No excerto anterior verificar-se que os alunos não conseguem interpretar o sucedido, uma vez que esperavam que a lata branca aquecesse menos. Outro exemplo na dificuldade em interpretar é o seguinte:

B2 – Não, o branco não absorve radiação, o preto é que absorve todas as radiações!

(registo áudio, tarefa 3, grupo B)

O aluno considera que a cor branca não absorve radiação, o que revela que não conseguiu relacionar o facto de que se a lata branca aumentou a temperatura é por que teve que absorver radiação, pois caso contrário manteria a temperatura inicial.

O mesmo se verificou na tarefa 4, onde os alunos apresentaram bastantes dificuldades em interpretar os resultados obtidos:

C5 – Como é que seria mais eficaz arrefecê-la? Utilizando gelo a 0°C!

C2 – Utilizando gelo, só que nós não utilizámos a zero graus, não é?

C5 – A um grau.

(...)

C5 – Porque arrefeceu mais rápido e de uma maneira mais eficaz.

D5 - Eu estava aqui a ver a energia... porque a energia absorvida pela água com o gelo é maior, o gelo transfere mais energia.

(registo vídeo, tarefa 4, grupo C)

B3 – A água ganha e o gelo perde (energia)

(registo áudio, tarefa 4, grupo B)

Nos exemplos anteriores constata-se que os alunos não interpretam bem os resultados, uma vez que é a água (sistema a maior temperatura) que transfere energia para o gelo (sistema a menor temperatura).

Outro exemplo que comprova as dificuldades na interpretação dos resultados é o seguinte:

D4 – Aqui na conclusão é para explicar as contas?

Prof - Sim, podem justificar com as contas!

(...)

D4 – Isto é a energia transferida ou dissipada?

D3 – Isto é a energia da água quente...

D4 – Que recebeu?

D3 – Que recebeu da placa de aquecimento.

(registo vídeo, tarefa 4, grupo D)

Neste exemplo, os alunos apresentam dificuldade em perceber que a energia dissipada é energia transferida para o exterior do sistema, o que seria justificado pelo sinal negativo que surgia no cálculo da energia.

Discutir os limites de validade dos resultados obtidos

Uma dificuldade referida pelos alunos foi o saber se a informação encontrada, em especial de sítios da *internet*, era ou não válida, como se pode ver neste exemplo:

Prof – Ok, aprenderam conceitos relacionados com a Física com estas tarefas, então digam-me lá, acham que a aprender assim com as tarefas é mais fácil ou é mais difícil do que numa aula convencional, em que é o professor que está ali a debitar a matéria para vocês ouvirem?

B2 – Há aspetos que é mais difícil, mas ...

B1 – Mas eu acho que é melhor assim, porque estamos mais interessados porque temos que procurar as coisas.

B2 – Mas às vezes pode estar também errado.

B4 – A professora no fim diz se está certo...

B1 – A professora corrigiu depois e fez a... o apanhado da matéria.

Prof – A síntese

B1 – Eu gosto mais assim.

Prof – Com as tarefas. Tu estavas a dizer que era às vezes mais difícil porquê?

B2 – Por que isso pode não estar correto, o que nós pensamos e eu acredito mais no que o que a professora diz do que no que eu digo...

(entrevista, grupo B)

No exemplo anterior, os alunos referem ter mais confiança nas informações provenientes da professora, do que a pesquisada por eles, uma vez que não sabem se essa informação poderá estar incorreta, o mesmo ocorrendo com a possível interpretação efetuada por parte dos alunos. Apresenta-se outro exemplo:

C3 – Sim, talvez essa coisa de às vezes nem todas as informações que estão nos *sites*, que nós pesquisamos, são verdadeiras e às vezes nós ficamos em dúvida “será que é esta a situação real, ou será que é outra?”

C7 – E depois durante a pesquisa podemos encontrar, duas informações da mesma coisa mas dizendo coisas diferentes.

Prof – Opostas.

C6 – E isso às vezes dá confusão! (entrevista, grupo C)

Esta dificuldade também foi referenciada em algumas das reflexões, o seguinte exemplo foi retirado da reflexão de um aluno ao finalizar a tarefa 5.

5. senti dificuldades na procura de informação (pesquisa) porque não sabemos se a informação é fiável.

Com os exemplos anteriores pode-se constatar que os alunos têm a noção de que nem sempre o que se pesquisa em sítios da *internet* pode ser considerado verdade, e que os mesmos tiveram dificuldades em apurar a informação válida.

Formular uma hipótese

Como já foi referido, em duas das tarefas os alunos tinham que planificar e executar uma experiência para dar resposta a questão problema. Nesta planificação, os alunos tiveram que, inicialmente, efetuar hipóteses, para que conseguissem elaborar dita experiência, como se pode ver no seguinte exemplo:

C3 – (...) mas foi dificultando cada vez mais para conseguir pôr os tópicos todos e saber que sim, que isso vai dar resultado depois na prática, (...)

(entrevista, grupo C)

O aluno referido no excerto anterior refere-se à dificuldade na formulação de hipóteses aquando da construção do protocolo, uma vez que não teria a certeza se essa hipótese conduziria a um protocolo viável.

Na tarefa 3, os alunos tiveram que formular hipótese antes de efetuar a planificação da experiência, no seguinte exemplo, os alunos tentam determinar o tempo de exposição das latas à iluminação da luz de uma lâmpada:

A5 - Tem que ter um limite que não fique em chamas, não é?

A6 – Supostamente aquilo é lata!

A4 – E qual é a temperatura? Procura lá aí a temperatura que uma lata se põe em chamas.

A6 – A lata é feita de quê?

A5 – De metal ...

(registo áudio, tarefa 3, grupo A)

No exemplo anterior verifica-se a existência de uma hipótese para limitar o tempo da experiência baseada na preocupação da lata entrar em combustão, o que demonstra a dificuldade em estabelecer limites adequados à situação em causa.

A dificuldade em estabelecer hipóteses também se verificou na tarefa 4. Os próximos exemplos relacionam-se com grupos de alunos que estão a planificar a experiência:

B2 – Então, como é que achas que devemos fazer isto? (refere-se à planificação)

B1 – Primeiro devemos ter gelo e água, a mesma massa.

B2 – Então vamos medir uma massa de 200 g, por exemplo.

(...)

B2 – A gente vai pôr o gelo dentro da água!

B1 – Sim, e a água fria dentro da água, a mesma quantidade! E como é que se calcula a quantidade?

B2 – Se calhar não é preciso por a água dentro do gelo! Se calhar é só o gelo!

B1 – Sim! Pomos o gelo dentro da água quente! E pomos água dentro da água quente!

B2 – Da água quente? Não!

(registo vídeo, tarefa 4, grupo B)

Através deste exemplo podemos verificar que os alunos apresentam dificuldades em elaborar uma hipótese para tentar construir um procedimento que os permita responder à questão problema.

Competências processuais

As competências processuais foram divididas em várias subcategorias: selecionar material de laboratório; construir uma montagem laboratorial; recolher, registar e organizar dados de observações; e executar experiências.

Selecionar material de laboratório

Os alunos, apenas em duas das tarefas de investigação, necessitaram selecionar material de laboratório. Ao longo desta seleção verificou-se que tinham dificuldades em escolher e em quantificar os materiais que necessitavam.

Esta dificuldade pode constatar-se neste exemplo:

- B1 – Então aponta já o material, necessitamos de dois gobelés
(...) de 250, chegam, foi o que utilizámos da outra vez!
B2 – 150, se calhar não é preciso tanto.
B5 – Acho que de 100 chega.
B1 – Já se mete depois! A balança... precisamos de...
B2 – Da fonte de aquecimento.
B1 – Da fonte de ... da placa de aquecimento.
B5 – Do termómetro.
B1 – O termómetro.
B2 – Se calhar fazíamos com dois suportes universais!
B1 – Yá! Metemos duas placas.
B2 – Yá!
B5 – Uma não chega?
B1 – Professora, há duas placas de aquecimento para o nosso grupo?
Prof – Duas placas? Para que querem duas placas?
B2 – para aquecermos ao mesmo tempo!
(...)
B5 – E dois gobelés cabem numa placa?

(registo vídeo, tarefa 4, grupo B)

Verifica-se que os alunos possuem dificuldade em decidir a capacidade dos gobelés, a quantidade de placas de aquecimento e de suportes universais.

Os alunos também mencionaram esta dificuldade nas reflexões finais, como mostra o seguinte exemplo:

8) O que mais gostei nesta atividade laboratorial foi o procedimento experimental, embora tenha sentido algumas dificuldades na ~~na~~ procura de materiais.

No exemplo anterior o aluno reconhece a dificuldade que apresentou em selecionar materiais durante a realização da experiência associada à tarefa 4.

O seguinte exemplo, retirado de uma das entrevistas, corrobora esta dificuldade em selecionar material:

- B1 – Sim, para termos um melhor desempenho. Às vezes não sabíamos algumas coisas para fazer, como tapar as latas, não nos lembrámos.
B2 – E quais eram os melhores materiais para utilizar para fazer a experiência.

Prof – Pronto, ele está a dizer que não se lembrava de tapar, vocês quando fizeram não receberam indicação para tapar, mas agora fixaram isso, se voltassem a fazer...

B1 – Já tapávamos.

(entrevista, grupo B)

No exemplo anterior está patente que os alunos tiveram dificuldades para seleccionar os materiais, uma vez que não sabiam quais eram os mais adequados à experiência em causa.

Construir uma montagem laboratorial

Ao longo da implementação das tarefas que envolviam a realização de uma experiência os alunos também evidenciaram dificuldades em executar uma montagem laboratorial.

D6 – Ai, este “para refletir” vai ser tão grande!

D3 – Este? Dificuldades....

D6 – Tudo! Eu vou escrever tudo!

D4 – Apresentar os cálculos!

D6 - Olha, os cálculos, fazer a montagem!

(registo vídeo, tarefa 4, grupo D)

Esta dificuldade também foi referida nas reflexões da tarefa 4:

7. Em quase tudo, ~~esse~~ planeas ~~um~~ ~~sist~~ a uma actividade laboratorial em que o sistema utilizado estivesse bem utilizado foi um pouco complicado devido à pouca isolado diversidade de materiais desse género e também a realização dos cálculos foi um pouco confuso, dado que havia diferentes massas e valores muito parecidos.

Neste exemplo, o aluno refere dificuldades em montar a experiência, nomeadamente, em colocar o sistema isolado. Os seguintes exemplos também corroboram as dificuldades sentidas nas montagens na tarefa 4:

7. Senti dificuldades em prender o termómetro com a garra.

7 - Em montar a experiência

Dos excertos anteriores, os alunos revelam dificuldades em construir uma montagem laboratorial. Embora a montagem laboratorial associada à experiência da tarefa 4 não fosse muito complexa, os alunos revelaram dificuldades em procedimentos simples, como prender um termómetro ou aquecer água.

O seguinte excerto, de uma das aulas experimentais, ocorre quando os alunos de um dos grupos tenta segurar os termómetros, no orifício das latas, com papel e percebem que não conseguem sustê-los deste modo:

- C6 – Tem que ficar a segurar! Percebes? Por isso eu estava a dizer que não dava! Tem que ficar três pessoas a segurar e a outra a apontar tudo!
C1 – Não! Pode ficar duas a segurar dois termómetros!
C3 – Pois!

(registo vídeo, tarefa 3, grupo C)

Estes alunos, para ultrapassarem a dificuldade inicial optaram por usar as mãos para segurar os termómetros, não recorreram à utilização de suportes adequados como o fizeram outros elementos da turma. Os alunos também optam por seguir o caminho mais fácil, ou seja, quando podem evitam construir uma montagem laboratorial, o que revela a dificuldade que têm em fazê-lo.

Recolher, registar e organizar dados de observações

Ao longo das tarefas 3 e 4, os alunos tiveram que recolher dados, fazer o registo dos mesmos e organizá-los de modo a poderem consultá-los com mais facilidade.

Constatou-se que, durante a implementação das experiências os alunos tiveram dificuldades em recolher os dados. Os próximos exemplos foram retirados durante a tarefa 3, num momento em que os alunos tinham que efetuar a leitura da temperatura nos termómetros:

- A4 – Era 16 e agora é 17.
A5 – Vai aumentando um a um.
A6 – Eu não consigo encontrar o risco!

(registo vídeo, tarefa 3, grupo A)

A1 – Já fizeste aos 4 minutos?
 A3 – Já!
 A1 – Gostava de saber onde isto está! Eu não consigo ver isto!
 A1 – Eu não vejo traço nenhum!
 A3 – Olha! A2! Anda cá que esta não consegue ver a temperatura!
 A1 – Eu não consigo ver o traço! Estou mesmo cega!
 [A2 chega olha rapidamente para o termómetro e diz]
 A2 – É 20!

(registo vídeo, tarefa 3, grupo A)

Nos excertos anteriores denota-se a dificuldade dos alunos em efetuarem a leitura no termómetro, por não encontrarem o traço de mercúrio. No segundo exemplo, o modo rápido como o aluno efetua a leitura denota falta de rigor na medição, uma vez que o aluno nem teve o cuidado em verificar a existência de casas decimais, nem de unidades na medida.

A dificuldade em recolher dados também foi referida nas reflexões:

7 -> talvez alguns erros de leitura do termómetro

Os alunos também evidenciaram dificuldades no registo de resultados. O seguinte exemplo foi retirado de uma das respostas dos alunos durante a tarefa 3:

tem(°C)	tem (min)	tem(°C)	tem (min)
70	0	70	0
28	1	58	1
25	2	51	2
25	3	51	3
25	4	50	4
25	5	50	5
25	6	50	6
25	7	49	7
25	8	47	8
25	9	47	9
25	10	46	10
25	11	45	11
25	12	45	12

O grupo de alunos apenas distingue o tempo da temperatura através da unidade e arredondam sempre a temperatura marcada no termómetro às unidades.

O seguinte exemplo refere-se à organização de dados recolhidos durante a tarefa 4:

Dados		
Água	-	150,43 g
gelo	-	37,93 g
água	-	37,93 g

} modo de medição

Tabela		
Tempo	Temperatura	gelo água
0 min.	$\approx 75^{\circ}$	
30 seg	35°	/ 45°
1 min	35°	/ 45°

Neste exemplo, embora os alunos tivessem efetuado o registo dos dados, não conseguiram organizá-los de modo a ser mais fácil a sua utilização, por exemplo construindo uma tabela.

Executar experiências

Na execução das experiências os alunos também revelaram possuir dificuldades. O seguinte exemplo ocorreu durante a tarefa 4, quando um grupo de alunos aquecia uma determinada quantidade de água numa placa de aquecimento. No entanto, não estavam a fazê-lo num gobelé, mas num copo de papel encerado:

A3 – Está a... ai... aquilo está a ficar...

A1 – Ah! Mas está queimado!

A3 – Está a cheirar a queimado!

A2 – Isto não faz mal?

A1 – Professora pode chegar aqui?

(registo vídeo, tarefa 4, grupo A)

Segue-se a planificação elaborada pelos elementos deste grupo:

- 1- Colocar a mesma quantidade de água nos dois gobelés.
- 2- Aquecer a água dos dois gobelés à mesma temperatura (medir com o termómetro).
- 3- pesar a mesma quantidade de água fria e cubos de gelo.
- 4- Colocar ao mesmo tempo, a água fria num gobelé e o gelo noutro.
- 5 - Construir uma tabela (tempo) / temperatura para como ajuda do cronómetro medir a temperatura.

Podemos verificar que, inicialmente, o grupo tinha selecionado corretamente os materiais para proceder ao aquecimento da água, mas ao executar a experiência decidiram colocar o próprio calorímetro (copo de papel encerado) sobre a placa de aquecimento.

Na tarefa 3, os alunos não foram alertados para o facto de ser importante isolar bem o sistema laboratorial, e apenas um aluno refere este facto como uma dificuldade.

Na tarefa 4, os alunos tiveram o cuidado em isolar o sistema para evitar que existissem perdas de energia, no entanto, nas reflexões, referiram ter dificuldades em fazê-lo, bem como em colocar a água e o gelo a 0°C:

7. Senti dificuldade a medir a temperatura do gelo para que este atingisse os 0°C.

Também senti dificuldade em evitar que o sistema perdesse a menor quantidade de energia possível

7. Senti dificuldade em colocar o gelo e a água fria a 0°C e em isolar o sistema.

Destes excertos, denota-se que os alunos, depois de efetuado a tarefa 3, ficaram acutelados com o isolar dos sistemas durante a realização da tarefa 4.

Competências de Comunicação

Nas competências de comunicação foram analisadas as dificuldades sentidas pelos alunos na produção de textos, em comunicarem entre pares, em grupo e em exposições orais e na compreensão da língua.

Os alunos, ao longo do desenvolvimento das tarefas de investigação, apresentaram dificuldades na produção de textos, na comunicação oral e na compreensão da língua portuguesa e inglesa. Denota-se que os alunos apenas referem estas dificuldades durante as entrevistas, não fazendo qualquer referência a estas nas reflexões.

Ao longo da realização das tarefas os alunos foram confrontados com a necessidade de produzirem textos escritos. Para além de terem que utilizar corretamente a língua portuguesa, os alunos tinham que perceber os conteúdos programáticos para poderem elaborar os textos solicitados, e tiveram dificuldade em fazê-lo, pois tinham tendência querer copiar o que encontravam em vez de produzirem um texto original ou em ser muito sucintos.

Como exemplo, um aluno (B3) está a ler a informação de um sitio da *internet* e é interrompido pelo colega de grupo (B7):

B3 - ... mas não é para tu copiares, é só para ver se captas alguma coisa!

B7 – Ah! Está bem!

(registo vídeo, tarefa 2, grupo B)

O exemplo anterior reitera a tendência que os alunos apresentam em copiar as informações, sem antes as tentarem perceber. O próximo exemplo foi retirado durante a tarefa 5, e ocorreu durante a fase da pesquisa em sítios da *internet*:

A6- Isto está tudo aqui!

A4 – Cópia! Isto tudo!

A6 – Boa, boa!

(registo vídeo, tarefa 5, grupo A)

No excerto anterior os alunos, ao encontrarem a informação que necessitavam, optaram por copiá-la diretamente em vez que procurarem escrever um texto original baseado nessa pesquisa.

Nas reflexões a dificuldade em produzir textos foi referida por alguns alunos. No seguinte exemplo podemos observar uma dessas reflexões:

3- ~~de~~ De elaborar a carta

Os alunos durante a tarefa 2 tinham que escrever uma carta, ou seja, produzir um texto onde tinham que seguir as normas associadas à escrita de um documento deste género e alguns deles demonstraram dificuldades quer em escrevê-lo quer em seguir essas normas.

O seguinte exemplo é uma carta, escrita por um grupo de alunos, durante a tarefa 1:

2- Querida Mafalda e Rui,

Estou a escrever-vos pois soube que vos surgiu uma dúvida, como foi descoberta a temperatura da superfície do Sol se ninguém pode ir lá medi-la? Estou a contactar-vos, pois eu tenho a resposta, ~~de~~ primeiro determinaram a potência da radiação do sol, ou seja, a luminosidade e ~~depois~~ o físico Josef Stefan através da fórmula ~~$P = \sigma \cdot A \cdot T^4$~~ $P = \sigma \cdot A \cdot T^4$, sendo P: Potência, A: Área da superfície da ~~sol~~ ~~sol~~
 σ = constante Stefan-Boltzmann T = temperatura
 ϵ = emissividade de um corpo

Nesta carta os alunos não conseguiram produzir uma carta, foram muito sucintos e limitaram-se a escrever a expressão de Stefan-Boltzmann, para além de não conseguirem relacionar historicamente os cientistas, tal como tinha sido pedido, não apresentam uma conclusão e nem terminam a carta nos moldes adequados.

O seguinte exemplo foi retirado de uma reflexão, da tarefa 4, onde o aluno dá erros ortográficos:

7-> Apenas dificuldade de começar e atividade.

8-> De fazer uma atividade experimental para tirarmos as nossas conclusões acerca da tarefa 4.

No excerto anterior, o aluno escreve “difuldade”, em vez de dificuldade e “tirarmos”, em vez de tirarmos. Ressalva-se que, nesta turma, os alunos não costumam escrever com erros ortográficos.

Ainda relacionado com a produção de textos escritos, verificou-se que, os alunos ao terem dificuldades em expressar-se, optam por ser omissos, este facto foi detetado nas reflexões produzidas no final das tarefas. No seguinte exemplo apresenta-se a resposta de um dos alunos à questão “O que farias de diferente” na reflexão final da tarefa 1:

4- Nada .

No exemplo anterior, o aluno nem estrutura a resposta numa frase limitando-se a escrever uma palavra. O mesmo pode ser observado noutro exemplo:

3. Gostei da pesquisa que fiz e da que deixei de fazer.

Neste exemplo foi retirado da reflexão final da tarefa 2 e é a resposta à questão “O que mais gostaste nesta tarefa”, neste caso o aluno estrutura uma frase curta e não desenvolve as ideias limitando-se a redigir algo vago e sem conteúdo.

Outra dificuldade sentida pelos alunos foi a comunicação entre os diferentes membros de um grupo, esta foi referida nas entrevistas:

Prof- Então que dificuldades sentiram nas tarefas, no geral?

A4 – Ao início a comunicarmos entre nós, pois nunca tínhamos feito nada assim (...)

(entrevista, grupo A)

Esta dificuldade também foi evidenciada durante as tarefas, tal como se pode constatar no seguinte exemplo:

B1- B5! Isto é para fazermos todos igual!

B5 – Ai é?

B1 – Sim! É trabalho de grupo!

(registo vídeo, tarefa 1, grupo B)

Regra geral, os alunos não estão habituados a realizar tarefas de investigação em sala de aula e para conseguirem avançar na tarefa têm que trabalhar em grupo. O trabalho de grupo, geralmente, é encarado como sendo um trabalho que se divide pelos elementos do mesmo grupo e no final juntam tudo, copiam excertos de sítios da *internet* ou um aluno faz o trabalho e os outros assinam. Pelo facto de terem que efetuar os trabalhos em sala de aula, estes procedimentos não puderam ser feitos, daí a dificuldade sentida inicialmente pelos alunos em comunicar uns com os outros.

Outra dificuldade relacionada com a comunicação foi o facto de os alunos terem que explicar, no final da tarefa, as suas respostas aos colegas. O seguinte excerto foi retirado de uma das reflexões efetuadas no final da tarefa 1:

2. Senti mais dificuldades em explicar o facto de a emissão de radiação ~~apenas~~^{não} ocorrer apenas nos seres vivos mas em todos os materiais visto que não tinha qualquer ~~defeito~~ conhecimento a cerca deste tema, o que dificultou a pesquisa.

No final da tarefa os alunos efetuaram um texto para ler aos colegas onde teriam que explicar conteúdos relacionados com emissão de radiação, entre outros, e alguns alunos não conseguiram transmitir esses mesmos conteúdos aos colegas.

O seguinte exemplo foi retirado das reflexões efetuadas no final da tarefa 5, e relaciona-se com esta dificuldade:

5. Senti dificuldades em responder às questões colocadas pelos outros grupos.

Nesta tarefa, os alunos, após a exibição de uma pequena apresentação tiveram que responder às questões dos outros grupos, que muitas vezes refutavam o ponto de vista exposto, e alguns alunos apresentaram bastantes dificuldades em argumentar com os colegas.

Em relação às dificuldades na realização das tarefas os alunos adotaram um conjunto de estratégias para as tentar superar, a saber: pesquisa de informação; partilha de ideias; questionamento; e tentativa e erro.

Aprendizagens realizadas pelos alunos com as tarefas de investigação

Após a aplicação das tarefas de investigação foi possível constatar o que os alunos aprenderam. Estas aprendizagens efetuadas pelos alunos aquando da realização das tarefas de investigação foram identificadas pela análise dos dados recolhidos através de: entrevistas em grupo focado; registos áudio e vídeo das aulas; documentos escritos; e das notas de campo da professora.

Tal como com as dificuldades, as aprendizagens foram organizadas em três categorias: competências conceptuais; competências processuais; e competências de comunicação.

Competências conceptuais

As competências conceptuais foram divididas em várias subcategorias: mobilizar conceitos científicos; realizar cálculos; planear uma experiência; interpretar resultados; discutir os limites de validade dos resultados obtidos; e formular hipóteses.

Mobilizar conceitos científicos

Na tarefa 1 os alunos tiveram que relacionar alguns conceitos como a absorção, reflexão e emissão de radiação para chegarem à resposta da questão.

O seguinte exemplo demonstra que, num dos grupos, os alunos conseguem chegar a conclusões corretas:

C1 – O facto da Terra não receber a mesma quantidade de radiação...

C3 - Em determinadas alturas, por exemplo.

C6 – Podes pôr só a mesma quantidade...

C1 – Sim, assim só! Só a mesma quantidade...

C6 – Sim, não precisas estar a justificar!

C6 – E acho também e emitir uma parte dela...

C3 – Não! Isto implica com que, a Terra não aqueça continuamente! É isso!

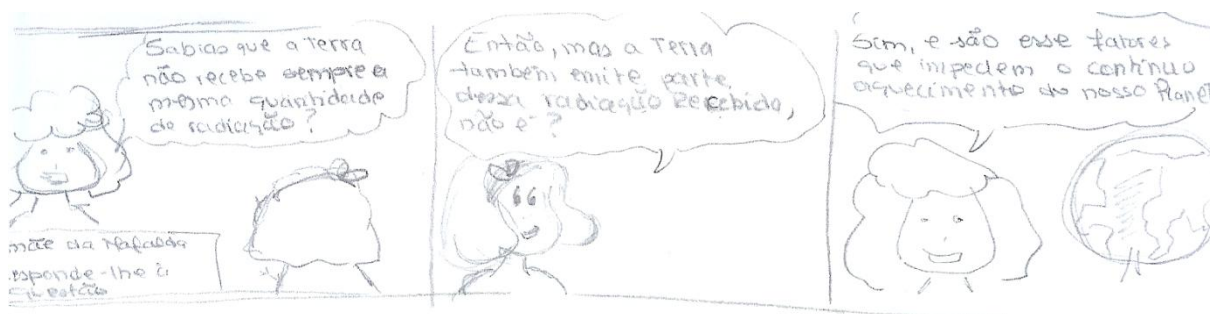
C6 – Não! ... O facto que eu acho mesmo que faz com que ela não aqueça continuamente é ela emitir energia.

(...)

C6 – Eu acho que, por que é que ela não aquece continuamente? Por que absorve energia e na emissão (de energia) que recebe, sempre a mesma quantidade desta, e está!

(registo vídeo, tarefa 1, grupo C)

No diálogo anterior pode-se constatar como é que os elementos deste grupo chegaram à resposta da questão.



Como se pode verificar na resposta do grupo à questão problema, os alunos conseguiram perceber que a terra não aumenta continuamente a temperatura por que a taxa de emissão de radiação é igual à taxa de absorção de radiação. Neste exemplo, podemos verificar que os alunos fazem referência à radiação e não mencionam o termo energia genericamente.

Ainda nas reflexões podemos verificar que os alunos conseguiram compreender os conteúdos relacionados com esta tarefa.

1. O que eu aprendi com esta tarefa, foi que as cobras têm sensores de infra-vermelhas e que conseguem detectar as suas cobaias e perceberem que a terra não aquece continuamente porque, ela recebe energia mas ao mesmo tempo emite criando um balanço térmico neta.

① Com esta tarefa aprendi que:

- A Terra funciona como um corpo que absorve e emite energia;
- ~~A energia~~ A energia transferida do Sol para a superfície da Terra é igual à energia emitida por esta, logo a temperatura é constante;
- Também a Terra não absorve totalmente a energia emitida pelo Sol
- Alguns seres vivos conseguem captar a presença de um corpo mesmo não os vendo, mas sim através da captação da radiação infravermelha.
- Todos os corpos emitem energia quando expostos a uma temperatura superior a 0 K (zero absoluto)

Destes dois exemplos constata-se que os alunos conseguiram reter os conceitos de emissão, absorção e reflexão de energia, e apresentam as suas ideias cientificamente corretas, o que evidencia que ultrapassaram as suas dificuldades iniciais.

Na tarefa 2, os alunos, para responderem à questão problema tinham que elaborar uma carta onde tinham que relacionar historicamente quatro cientistas para além de indicar as expressões das Leis de Stefan-Boltzmann e de Wien.

Segue-se um exemplo de uma das cartas produzidas:

Tarefa 2
Parte 1

18 de Fevereiro de 2024

Querida Mafalda

Visto que não nos podemos aproximar do sol necessitamos de outras físicas para determinar a sua temperatura. Conseguimos devido ao trabalho de alguns cientistas, como: Gustav Kirchhoff ^{que determinou} que o sol podia ser classificado como um corpo negro pois é capaz de absorver toda a radiação que nele incide, não reflete nem se deixa atravessar por nenhuma radiação.

Josef Stefan estabeleceu que a energia total emitida por um corpo negro é proporcional à 4ª potência da sua temperatura e à área da superfície em emissão.

Conseguiu estabelecer esta lei com base na lei de Planck que permitiu determinar a radiação de um corpo negro.

Boltzman chegou às mesmas conclusões que o seu mestre, Stefan. Mais tarde, Wien aplicando as teorias sobre calor e electromagnetismo deduziu uma lei que permitiu concluir que o comprimento de onda, de emissão máxima de um corpo negro é inversamente proporcional à sua temperatura. Quanto maior seja a temperatura de um corpo negro, menor é o comprimento de onda, na qual ele emite.

Assim, graças a estes cientistas e pelas leis por eles formuladas, foi possível determinar a temperatura do sol.

Nesta carta pode-se constatar que os alunos conseguiram relacionar historicamente os quatro cientistas bem como apresentar a explicação de como se pode calcular a temperatura de uma estrela indiretamente.

Nas reflexões finais da tarefa, na questão “o que aprendeste com esta tarefa?”, os alunos referem que:

1. Com esta tarefa ^{aprendi} ~~aprendi~~ que:

- existem corpos que não refletem nem se deixam atravessar por nenhuma radiação (corpos negros);
- a radiação total de um corpo negro é proporcional à quarta potência da sua temperatura absoluta e à área da superfície de emissão;
- o sol é um corpo negro;
- a temperatura da superfície do sol pode ser calculada através de duas fórmulas, sendo estas as seguintes: $\frac{P}{A} = \epsilon \sigma T^4$ ou $\lambda_{\text{máx}} = \frac{0,00290}{T}$

1. Com esta tarefa aprendi como foi possível determinar a temperatura do sol e de distintos corpos celestes distantes, que emitem radiação eletromagnética. Aprendi também, nas aulas de vida de 4.º ano que ~~todos contribuíam~~ ~~com~~ dedicar parte do seu trabalho à investigação dos fenómenos de carga e emissão de radiação.

Destes dois exemplos, podemos verificar que os alunos conseguiram ultrapassar as suas dificuldades uma vez que conseguiram interpretar e aplicar as Leis de Stefan-Boltzmann e de Wien, perceberam que estas expressões se podem aplicar a qualquer corpo que emita energia, conseguiram compreender que para interpretar fenómenos físicos, como a absorção, emissão de energia são necessários muitos anos de estudo e o trabalho de vários cientistas. Constata-se também que uma das dificuldades sentidas na tarefa 1, a associação da luz emitida pelas estrelas apenas ao espectro da região do visível, foi ultrapassada na realização da tarefa 2.

Esta tarefa foi referida durante as entrevistas:

Prof – E a da temperatura do Sol?

D2 – Também foi interessante.

D1 – Foi interessante, e de todas foi a que foi a mais importante, acho, pelo menos foi o que eu achei.

Prof - vejam lá, vocês podem dizer que não serviu para nada, ou que não foi interessante, mas certo é que todos os grupos chegaram ao valor da temperatura do Sol!

D1 – Pois é.

Prof – Sozinhos!

D2 – E com isso podíamos chegar à temperatura de outras estrelas!

Prof - De outra coisa qualquer, desde que tivessem as informações necessárias. Mas chegaram, não houve ninguém que tivesse resolvido no quadro antes, vocês não tinham dado esta matéria antes e chegaram lá sozinhos!

(...)

D1 – Ficámos contentes, pelo menos eu fiquei contente por ver que, mesmo a professora não dando a matéria eu consigo chegar lá!

Prof - Pronto e agora aplicando essa fórmula, por exemplo a da Lei de Stefan – Boltzmann ou da Lei de Wien, um exercício qualquer que a gente faça aqui na aula, chegaram a perceber a fórmula?

D1 – Por acaso foi das que eu mais depressa memorizei. Por acaso ficou na cabeça do trabalho, mas é claro que é preciso a tal sistematização.

(entrevista, grupo D)

Deste excerto depreende-se que os alunos para além de terem conseguido ultrapassar as suas dificuldades na resolução do problema, também conseguiram mais facilmente reter as expressões das leis e relacionarem estes conteúdos com outras situações, nomeadamente ao cálculo da temperatura de outras estrelas.

Na tarefa 3, os alunos, conseguiram reter os conceitos necessários à compreensão da mesma. Nas reflexões dos alunos podemos verificar o que aprenderam com esta tarefa:

6. Os corpos brancos são aqueles que melhor refletem a radiação, ou seja, são mais mais a absorver a radiação, juntamente com os corpos com revestimento prateado que também são bons refletores. Os corpos que absorvem mais radiação, e consequentemente aquece mais rápido (☉) são os corpos pretos que são mais refletores. É por esta razão que os astronautas utilizam fatos brancos.

6. Com esta tarefa, aprendi que:

- ~~Os~~ Materiais pretos são bons emissores e absorvedores de radiação enquanto que ~~materiais~~ materiais pretos e brancos são mais emissores e absorvedores;
- Apesar de, na teoria, os materiais pretos aquecem mais do que os brancos, se o material for brilhante, ambos os ~~dois~~ materiais aquecem de mesma forma;
- Os fatos dos ~~astronautas~~ astronautas devem ser brancos porque o branco é um mau absorvedor e emissor, logo aquece menos e também porque no espaço (vazio) é mais fácil distinguir o fato branco.

Nestes dois exemplos, podemos constatar que já não existem confusões entre a cor branca e a cor preta, bem como na compreensão sobre a capacidade de um corpo que absorve energia poder emití-la.

Na tarefa 4, os alunos, apesar das dificuldades apresentadas conseguiram chegar aos conhecimentos necessários para responder à questão

Nas reflexões, os alunos referiram o que aprenderam com esta tarefa:

6. Aprendi que é mais fácil aquecer água quente com gelo do que com água fria, pois no gelo existem maiores libertações de energia envolvidas.

(0°C)
6. Aprendi que o gelo é mais eficaz para arrefecer a água, uma vez que desce mais a temperatura desta do que a água fria a 0°C.

Os alunos conseguiram responder à questão problema, mas nestas reflexões nenhum elemento mencionou os valores calculados na experiência, o que denota que ainda subsistiram dúvidas.

Na tarefa 5, os alunos, após o debate, conseguiram efetuar um balanço do mesmo, o que denota que, no final da tarefa conseguiram ultrapassar as dificuldades sentidas na organização, seleção e síntese da informação e produziram um texto cientificamente correto.

O seguinte exemplo mostra uma das conclusões elaboradas por um grupo que adotou o papel de ecologistas:

Após a apreciação de todos os grupos de trabalho, não podemos chegar a uma conclusão concreta sobre a origem e causas do aquecimento global, mas sim poder afirmar que este pode ter uma origem essencialmente natural, e que nos últimos anos tem vindo a agravar-se devida à excessiva atividade do homem, ou seja, devida à excessiva emissões de dióxido de carbono e outros gases poluentes. Estes gases têm sido os principais responsáveis do efeito de estufa, o qual dificulta a libertação do calor irradiado para o exterior o que, conseqüentemente, provocará a retenção e a reabsorção de energia pelo planeta. Tal como referimos existem também causas naturais que podem influenciar este aumento, mais especificamente a variação orbital, a queda de meteoritos, o vulcanismo e o ciclo solar. Deste modo não podemos culpar apenas a Natureza ou o Homem por este aumento, mas sim considerar que estes, no seu conjunto, podem estar na origem deste fenómeno denominado aquecimento global. É necessário tomar medidas de modo a que as conseqüências deste não sejam uma barreira tanto para o desenvolvimento da biodiversidade como para o Ser Humano.

(registo áudio, tarefa 5, grupo D)

Na entrevista também podemos encontrar evidências de que os alunos entenderam os conceitos associados ao fenómeno do aquecimento global:

Prof – (...) e na última tarefa?

B3 – Foi do aquecimento global.

B1 – O aquecimento global tem causas naturais e antropogénicas.

B2 – E ao contrário do que muita gente pensa não é só causado pelo homem.

B1 – Mas também é em grande parte causado pelo homem, devido aos gases de efeito de estufa.

B3 – Aquilo já é naturalmente, mas nós fazemos com que aquilo aumente.

B1 – Aumente mais.

(entrevista, grupo B)

No exemplo anterior os alunos reforçaram a ideia de que o aquecimento global pode ser causado não só pela ação do homem, mas também por causas naturais.

Nas reflexões também podemos constatar o que os alunos conseguiram assimilar com esta tarefa:

④ Até a realização desta tarefa, apenas conhecia as causas antropogênicas, aquelas que me foram ensinadas ao longo dos 12 anos, porém com esta atividade fiquei a conhecer melhor as causas naturais e que ambas contribuem para o fenômeno do aquecimento global.

4. Com esta atividade aprendi que :

o aquecimento global tem origem em causas naturais e antropogênicas;

A maioria das pessoas pensa que o aquecimento global apenas é consequência de atividade humana, mas essa ideia é errada, uma vez que antes de existir o Homem industrializado já se verificaram grandes alterações climáticas.

Alguns fatores ^{naturais} como o aumento das ~~mare~~ ^{marés} na superfície do ~~ol~~ ^o, a variação orbital da Terra, o movimento das placas tectônicas, o vulcanismo e gases (metano) emitidos pelos ruminantes contribuem para o aquecimento global.

O Homem tem vindo a contribuir muito para a emissão de gases com efeito de estufa que provocam o aquecimento global.

Dos exemplos anteriores verificamos que os alunos conseguiram chegar a conclusões pertinentes e perceberam que existem diversos fatores que contribuem para as alterações climáticas.

Realizar Cálculos

Ao longo das tarefas, a realização de cálculos foi uma das dificuldades referidas pelos alunos, no entanto estas foram sendo dissipadas uma vez que acabaram por chegar aos resultados pretendidos. Apresenta-se um exemplo de um desses cálculos que os alunos tiveram que efetuar durante a aplicação da tarefa 2:

Parte 2

$$P = e \times \sigma \times A \times T^4 \Leftrightarrow 3,85 \times 10^{26} = 5,67 \times 10^{-8} \times 1 \times 4\pi (6,48 \times 10^8)^2 \times T$$

$$\Leftrightarrow 3,85 \times 10^{26} = 2,99 \times 10^{11} \times T^4 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow T = 5990,3 \text{ Kelvin}$$

Os elementos deste grupo conseguiram calcular a temperatura média à superfície do Sol através da aplicação da expressão da Lei de Stefan-Boltzmann.

A temperatura do Sol também poderia ser calculada aplicando a Lei de Wien, uma vez que os alunos possuíam os valores necessários para tal. Apresenta-se um exemplo de um cálculo de um dos grupos:

$$\lambda_{\text{Wien}} = \frac{0,00290}{T} \Leftrightarrow T = \frac{0,00290}{\lambda_{\text{Wien}}} \Leftrightarrow T = \frac{0,00290}{4,97 \times 10^{-7}} \Leftrightarrow T = 5835 \text{ K}$$

$$\lambda_{\text{Wien}} = 497 \text{ nm} = 4,97 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$K = T^{\circ}\text{C} + 273 \Leftrightarrow T^{\circ}\text{C} = K - 273 \Leftrightarrow T^{\circ}\text{C} = 5562^{\circ}\text{C}$$

Os elementos deste grupo também conseguiram calcular a temperatura média à superfície do Sol através da aplicação da expressão da Lei de Wien.

Nas reflexões os alunos referem, na questão “o que aprendeste com esta tarefa?”

a temperatura à superfície do sol pode ser calculada através de duas fórmulas, sendo estas as seguintes: $\frac{P}{A} = e \sigma T^4$ ou $\lambda_{\text{Wien}} = \frac{0,00290}{T}$

Na tarefa 4, apesar das dificuldades os alunos conseguiram efetuar os cálculos necessários para confirmar quem é que recebia mais energia da água, o gelo a 0°C ou água líquida a 0°C, como se pode ver neste exemplo:

Cálculos:

$$Q_{\text{gelo}} = c \times m \times \Delta\theta$$

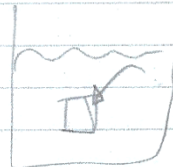
$$\Delta\theta = 35^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C} = -40^{\circ}\text{C}$$

$$c_{\text{água}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J/(kg }^{\circ}\text{C)}$$

$$m_{\text{gelo}} = 37,43 \text{ g} \Rightarrow 0,03743 \text{ Kg}$$

para a água perder (75°C)

$$Q_{\text{gelo}} = 4,18 \times 10^3 \times 37,43 \times 10^{-3} \times (-40) \Rightarrow Q = -6258,296 \text{ J} \Rightarrow \text{a água que o gelo recebeu}$$



$$Q_{\text{água}} = c \times m \times \Delta\theta$$

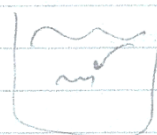
$$\Delta\theta = 45^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C} = -30^{\circ}\text{C}$$

$$c_{\text{água}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J/(kg }^{\circ}\text{C)}$$

$$m_{\text{água}} = 37,43 \Rightarrow 37,43 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

O que a água a 75°C perdeu

$$Q = 4,18 \times 10^3 \times 37,43 \times 10^{-3} \times (-30) \Rightarrow Q = -4693,722 \text{ J} \Rightarrow \text{O que a água a } 0^{\circ}\text{C recebeu}$$



Gelo:

$$Q_G = Q_1 + Q_2$$

$$= m \times L_f + c \times m \times \Delta\theta = 37,43 \times 10^{-3} \times 3,35 \times 10^5 + 2,09 \times 10^{-3} \times 37,43 \times 10^{-3} \times 1$$

↓
gelo (2,09 × 10⁻³)

$$= 12539,04687 \text{ J}$$

Água:

$$Q_A = c \times m \times \Delta\theta = 4,18 \times 10^3 \times 37,43 \times 10^{-3} \times (-30) =$$

água (4,18 × 10³)

$$= -4693,68457 \text{ J}$$

Destes exemplos podemos verificar que os alunos conseguiram ultrapassar as suas dificuldades uma vez que conseguiram aplicar as fórmulas corretas e efetuar os cálculos necessários para poderem chegar à resposta das questões problema.

A seguinte transcrição corrobora a superação de dificuldades efetuada pelos alunos:

2. Só senti algumas dificuldades nos cálculos mas foram superadas positivamente.

Este alunos reconhece que conseguiu superar positivamente as dificuldades que inicialmente teve na realização dos cálculos, o que evidencia mais uma aprendizagem efetuada.

Planear uma experiência

Como já foi referido, os alunos evidenciaram dificuldades na planificação de experiências, embora os alunos referissem uma maior dificuldade em efetuar o procedimento da tarefa 4 (como era de esperar uma vez que envolvia conceitos mais complexos), conseguiram ser mais autónomos na planificação, o que indicia maior confiança no que estão a fazer.

Segue-se o procedimento da tarefa 3, de um dos grupos:

Procedimento

- * Medir a temperatura da lata antes de ligar a lâmpada
- ligar a lâmpada e colocar a 1ª lata (branca) na sua posição durante 10 minutos;
- Medir a temperatura do interior da lata em cada minuto durante 10 minutos;
- Repetir o procedimento para as outras latas.
- * Encher cada lata com água.
- * e o termómetro nas latas.

Neste procedimento, os alunos não indicam qual é a posição em que as latas devem estar, não tiveram a preocupação em isolar o sistema e estudo e não indicam a quantidade de água que devem colocar em cada uma das latas.

Segue-se o procedimento da tarefa 4, de um dos grupos:

1. Procedimentos:

- Colocar 200ml de água em 2 garbaleis;
- Colocar um dos garbaleis a aquecer até aos 34°C ;
- Colocar cubos de gelo a derreter até atingirem 1°C retirando 20,5 g destes;
- Colocar os cubos de gelo na água a 34°C e com a ajuda de um termómetro medir a temperatura da água a cada minuto durante 6 minutos e registar as temperaturas;
- Medir manualmente a temperatura da água do outro garbalei até aos 34°C ;
- Derreter cubos de gelo até ficarem com água a 1°C ;
- Transferir 20,5 g da água a 1°C para o calorímetro onde está a água a 34°C ;
- Medir as temperaturas a cada minuto durante 6 minutos;

Neste procedimento os alunos tiveram o cuidado de isolar o sistema (calorímetro), indicaram as quantidades de água e de gelo a utilizar bem como os tempos de aquecimento.

Ao compararmos estes protocolos, verifica-se que o primeiro não está tão detalhado, por exemplo, já na segunda planificação, os alunos foram mais específicos e detalhados, o que demonstra que existiu uma evolução na realização de planificações.

Interpretar resultados

Ao finalizar a tarefa os alunos conseguiram, em grupo, interpretar corretamente os dados recolhidos na experiência. Apresenta-se um exemplo de interpretação efetuada por um dos grupos na tarefa 3:

• Durante 20 minutos a lata preta aqueceu mais do que a lata branca mas a lata coberta com o papel de alumínio aqueceu menos do que a lata branca.

Neste caso, os alunos, através dos valores obtidos na experiência conseguem fazer a sua interpretação.

O próximo exemplo também está relacionado com a tarefa 3 e, mais uma vez, revela a interpretação dos dados:

• Supostamente a lata branca deveria ter aquecido menos do que a prateada, mas esta ao ser brilhante possui maior reflexão de radiação.

- A lata branca e a prateada são piores ~~do que a lata preta~~ do que a lata preta, logo, não aquecem tanto.
- Concluímos então que os fatos espaciais devem ser brancos e não prateados ou pretos apesar de a lata prateada ~~ter~~ ter aquecido menos do que a branca, mas isso aconteceu pelo simples fato de o papel de alumínio ser brilhante e o fato ~~de~~ assim manter a temperatura interior mais ou menos constante.

Após a interpretação dos resultados, os alunos retiraram as conclusões esperadas, ou seja, que a lata preta era a que absorvia mais radiação e que a branca a que menos absorvia radiação, sendo a mais adequada para ser utilizada nos fatos dos astronautas.

Apresenta-se também um exemplo para a tarefa 4:

Podemos concluir que é mais eficaz aquecer a água quente com gelo pois com este a água tem uma diminuição bastante maior num pequeno intervalo de tempo, mantendo-se depois constante. Com a água fria a diminuição nos 10s 10s grande o foi minimamente gradual verificando-se o equilíbrio térmico mais rapidamente.

O gelo foi aquele que, por parte da água quente (75°C), recebeu mais energia, 1.625,8, 296 J em comparação com a água ^{a 25°C} 1.469,3, 227 J.

No primeiro exemplo os alunos também interpretaram os resultados e indicaram que o gelo arrefecia mais a água, e no segundo exemplo, já utilizaram os valores obtidos nos cálculos para chegar à mesma conclusão.

O seguinte excerto corrobora a aprendizagem efetuada pelos alunos:

D3 – Não, mas isto é negativo, não pode ser que recebeu!

(Registo vídeo, tarefa 4, grupo D)

O aluno conseguiu analisar corretamente o resultado obtido, conseguiu perceber que o valor negativo obtido no cálculo da energia não poderia corresponder a um ganho de energia por parte desse sistema.

Apresenta-se mais um exemplo relacionado com a tarefa 4:

Logo, foi transferida mais energia para o gelo em forma de calor pois este teve que quebrar as suas ligações, devido à sua mudança de estado só depois aumentou a sua temperatura. Enquanto que a água só teve apenas absorver a energia em forma de calor (aumentou a sua temperatura).

Nesta tarefa, os alunos concluíram corretamente o sentido de transferência da energia (da água quente para o gelo). Indicaram que a energia foi transferida sob a forma de calor, que o gelo mudou de estado antes de iniciar o aumento de temperatura enquanto a água fria não teve qualquer mudança de estado apenas aumentou a temperatura.

Os alunos apesar das dificuldades iniciais em interpretar os dados recolhidos conseguiram, no final da experiência, ultrapassá-las e efetuar uma interpretação correta dos mesmos.

Discutir os limites de validade dos resultados obtidos

Curiosamente um aluno considera a parte da reflexão importante para se verificar a validade do trabalho efetuado, como se pode constatar neste excerto de uma das entrevistas:

Prof – E a parte do reflete?

B5 – Ai!!

B3 – Essa parte dizíamos quase sempre a mesma coisa!

Prof – Mas não acham importante refletir?

B1 – Sim

B2 – É como que um resumo, uma síntese.

B1 – Era como se fosse um resumo da matéria e depois a professora dizia se estava certo ou não.
(entrevista, grupo B)

Do excerto anterior, podemos constatar que os alunos, ao finalizar a tarefa, utilizavam o resumo e a síntese efetuada pela professora para verificar se a informação que recolheu estava corretas.

Formular uma hipótese

Ao longo da tarefa, os alunos conseguem chegar a uma hipótese que os poderá levar a um procedimento válido. Os próximos exemplos relacionam-se com a tarefa 4:

B1 – O que é que arrefece mais rápido no mesmo intervalo de tempo, se é a água a zero graus, se é o gelo a zero graus! Tens que ter duas águas com a mesma massa e a mesma temperatura e pôr a mesma quantidade de gelo e de água a zero graus e ver qual é que, no mesmo intervalo de tempo, arrefece mais rápido.

B5 – Yá!

(registo vídeo, tarefa 4, grupo B)

No exemplo anterior constata-se que os alunos conseguem enunciar uma hipótese correta, a partir da qual irão elaborar o procedimento da experiência.

O próximo exemplo corrobora esta ideia:

A2 – Isto temos que fazer uma atividade, mas não precisavas de a fazer se soubesses qual era a capacidade térmica do gelo e da água, a que tiver maior capacidade térmica, aquece mais ... depressa... aaaah...

A3 – Mais lentamente.

A2 - Por isso também arrefece mais lentamente, por isso aquela que era mais eficaz era aquela que tivesse maior capacidade térmica, mas como não sabemos qual é ... para fazermos uma atividade tem que ser assim!

(registo vídeo, tarefa 4, grupo A)

Do exemplo anterior verifica-se que um dos alunos coloca a hipótese de que se tivesse determinados valores não necessitaria de efetuar a experiência, o que denota que este aluno compreendeu os conteúdos científicos em causa.

Competências processuais

As competências processuais foram divididas em várias subcategorias: selecionar material de laboratório; construir uma montagem laboratorial; recolher, registar e organizar dados de observações; e executar experiências.

Selecionar material de laboratório

Apesar das dificuldades iniciais em selecionar materiais, os alunos conseguiram escolher os materiais que os permitiram efetuar as experiências.

Os alunos reconheceram que poderiam ter utilizado materiais diferentes, o que indicia que se voltassem a realizar a experiência teriam um conhecimento mais aprofundado sobre os materiais que mais se adequavam aos seus objetivos. Nas entrevistas alguns alunos referiram sobre as dificuldades que sentiram durante a implementação das tarefas, que:

B2 – E quais eram os melhores materiais para utilizar para fazer a experiência.

(entrevista, grupo B)

D1 – Por exemplo nas atividades experimentais acho que a única coisa que faríamos de diferente era no material utilizado...

(entrevista, grupo D)

No último excerto podemos constatar que os alunos, ao referirem que o único de diferente que fariam era escolher outros materiais corrobora a ideia de que ultrapassaram as dificuldades iniciais, uma vez que já teriam capacidade para selecionar outros materiais mais adequados à experiência que estavam a realizar.

O próximo exemplo foi retirado de uma das entrevistas, e também está relacionado com a seleção de materiais:

D2 – Éramos nós que escolhíamos os materiais que se iam usar, na experiência.

D1 - E de que forma é que a íamos realizar, em quanto num protocolo, se a professora tivesse dado um protocolo, tínhamos que seguir aquilo, tínhamos que usar aqueles

materiais, nós para além de descobrir que materiais é que íamos utilizar, ou que eram melhores...

(entrevista, grupo D)

Os alunos tinham a perceção de que, ao seguir um protocolo previamente elaborado pela professora, não iriam seleccionar nenhum material, uma vez que isso já estaria feito, no entanto reconhecem que nestas tarefas foram eles que “descobriram” os materiais, ou seja, que os seleccionaram e decidiram quais seriam os melhores.

A selecção de material também foi mencionada por alguns dos alunos nas reflexões finais, tal como se pode verificar neste excerto:

9- Utilizaria em vez do calorímetro maior um mais pequeno para permitir isolar melhor o sistema.
Utilizaria, por exemplo uma base de esferovite para isolar mais o sistema.

O aluno ao responder ao que faria de diferente na tarefa 4, reconhece que poderia ter utilizado outros materiais, o que denota uma maior sensibilidade relativamente à escolha de materiais.

Construir uma montagem laboratorial

Embora as experiências elaboradas pelos alunos durante as tarefas 3 e 4 não envolvessem uma montagem laboratorial complexa, os alunos demonstraram algumas dificuldades, como já referido anteriormente.

O exemplo que se segue foi retirado de uma das reflexões elaborada no final da tarefa 3, e refere-se à questão “o que farias de diferente nesta tarefa?”:

9-17 Poderia ter posto os três latas a apertar uns durante 20 minutos e depois poupar algum tempo

Neste caso, o aluno refere alterações na construção da montagem laboratorial, uma vez que o grupo onde este aluno se inseria, optou por efetuar a montagem com uma

lata de cada vez. No entanto, no final da tarefa o aluno percebe que teria poupado tempo, se a montagem incluísse as três latas ao mesmo tempo.

O seguinte exemplo também corrobora a ideia de superação de dificuldades por parte dos alunos, no que concerne à construção de uma montagem laboratorial:

9) Mudaria o suporte de calor e usaria um suporte e uma garra para segurar o termômetro.

Este excerto foi retirado de uma das reflexões no final da tarefa 3, e o grupo ao qual pertencia este aluno, durante a montagem laboratorial, optou por segurar o termómetro com as mãos, em vez de utilizar um suporte universal com a respetiva garra, o que demonstra que, no final da tarefa, este aluno reconheceu a importância de se construir uma montagem laboratorial para se efetuar corretamente uma experiência.

Recolher, registar e organizar dados de observações

Ao longo das tarefas que envolviam trabalho experimental, os alunos superaram as suas dificuldades em recolher, registar e organizar os dados.

O seguinte exemplo mostra uma tabela, construída por um grupo após a realização da tarefa 4:

Calorímetro com gelo (com água a 0°C)

Tempo (segundos)	Temperatura (°C)
0	19
60	16,5
120	16,5
180	16,5
240	16,5
300	16,5
360	16

Os elementos deste grupo conseguiram efetuar recolher corretamente os dados provenientes das observações, e registaram-nos de um modo organizado numa tabela.

Ao longo das experiências, os alunos conseguiram, recolher, registar e organizar os dados de modo a darem resposta ao problema em causa.

Executar experiências

Também os alunos conseguiram ultrapassar as dificuldades na execução de experiências. Das notas de campo retiradas pela professora podemos constatar que:

Nos dois turnos os grupos já foram mais autónomos uns dos outros, já efetuaram estratégias diferentes, nomeadamente na escolha dos materiais e no procedimento a efetuar, talvez por que disponibilizei uma maior variedade de materiais que na tarefa anterior.

(notas de campo, tarefa 4)

Deste excerto pode-se verificar que os alunos conseguiram ser mais autónomos e confiantes, uma vez que utilizaram estratégias diferentes e não estiveram dependentes uns dos outros para a execução da experiência.

Durante as entrevistas os alunos referem que:

D2 – Melhorámos a técnica também.

D3 – Podíamos usar diferentes formas de fazer a atividade.

(entrevista, grupo D)

Os alunos, ao considerar que melhoraram a técnica, tiveram a perceção de ter evoluído na capacidade de executar uma experiência, ou seja, que superaram as dificuldades inicialmente sentidas.

Competências de Comunicação

Verificou-se uma melhoria na produção de textos, como exemplo apresenta-se uma das cartas produzidas:

Escola Secundária de
Praia de Angola,
89

Dr. Joaquim Carmalho,
Avenida da Liberdade,
8500 Lisboa

, 18 de fevereiro de 2014

Almº Senhor Joaquim e Rafaela,
antes por este meio responder ~~à vossa pergunta sobre~~ a vossa pergunta sobre
de como calcular a temperatura à superfície do Sol.
Vários cientistas contribuíram para a resposta a esta pergunta.
Gustav Kirchhoff concluiu que um corpo que não reflete nem se deixa atravessar por
nenhuma radiação (absorver e emitir perfeitamente) denomina-se por corpo negro.
Josef Stefan ~~determinou~~ determinou que a radiação total emitida por um
corpo negro é proporcional à quarta potência da sua temperatura absoluta e
à área da superfície de emissão. Assim sendo introduziu o conceito de emissivi-
dade de um corpo (ϵ), que tem valores compreendidos entre 0 e 1.
Conclui-se que o Sol é um ~~corpo~~ corpo negro tendo um valor de ϵ de 1.
Sabendo a potência luminosa que atinge a Terra é de apro-
ximadamente 1400 W/m^2 e que a distância da Terra ao Sol é de 150 milhões
de quilómetros podemos calcular a energia total emitida pelo Sol.
Com esta energia e um dado intervalo de tempo (preste caso em segundos por
a energia vem em W) podemos calcular a potência emitida pelo Sol ($1,4 \times 10^{26} \text{ W}$).
Mas é também necessário calcular a área da superfície do Sol precisamos de
seu raio. Para calcular o seu raio recorreu-se a uma fórmula que relaciona
o diâmetro angular com o diâmetro do Sol ($2 \times \pi \times \text{distância}$
ao Sol) e divide-se por 360° (esfera). Calculou-se o diâmetro e em seguida
dividiu-se este por dois para achar o raio.
Por fim, substituiu-se estes valores na seguinte fórmula: $\frac{P}{A} = \epsilon \sigma T^4$ e
determinou-se o valor de 5577°C para a temperatura à superfície do
Sol.
Atenciosamente,
Diretora da Escola de

Este grupo de alunos, apesar das dificuldades iniciais em selecionar e perceber a informação recolhida, conseguiu sistematizar e elaborar uma carta com os requisitos pretendidos, pois para além de fornecer a explicação dos conceitos conseguiram interligá-los historicamente. Para além do mencionado, a carta encontra-se escrita tendo

em conta as regras gramaticais e de ortografia e seguem as normas de escrita de uma carta.

Outras aprendizagens relacionadas com a comunicação também foram ultrapassadas, nomeadamente as dificuldades em comunicar entre elementos do mesmo e outros grupos. Esta evidência pode ser observada, durante as entrevistas:

C3 – Acho que foi bastante produtivo para nós trabalharmos tantas vezes em grupo por que desenvolvemos a nossa capacidade de cooperação, em grupos, quer em pequenos, quer grandes, e aprendemos mais uma vez, e pusemos em prática as nossa atitudes perante os outros, os nossos colegas, e... acho que sim, acho que foi produtivo para nós.

Deste excerto podemos verificar que os alunos, ao longo da elaboração das tarefas aprenderam a cooperar no grupo e entre grupos, pelo que melhoraram a capacidade de comunicação uns com os outros.

Durante as entrevistas podem-se retirar mais exemplos que corroboram a superação das dificuldades na comunicação:

A4 – Eu acho que, com as planificações das atividades, acho que aprendemos a comunicar melhor entre nós, e a trabalhar melhor em grupo, tanto nas atividade para apresentar como nas laboratoriais...

(entrevista, grupo A)

A2- Tivemos que nos organizar, dividir as tarefas entre nós, tentar chegar a um consenso, para planificar as atividades.

Prof – Houve situações em que os elementos do grupo não concordavam uns com os outros?

A1, A2, A3 – Sim

A1 – Tentámos chegar a uma conclusão final, com a opinião de todos.

(entrevista, grupo A)

Nos exemplos anteriores, os alunos reconhecem que aprenderam a comunicar melhor entre eles quer nas apresentações, quer nas atividades experimentais, bem como em tentar chegar a um consenso entre os elementos do grupo de modo a poderem concluir com sucesso a tarefa.

Em relação à apresentação oral de conteúdos, os alunos também conseguiram melhorar o desempenho, tal como se pode constatar das notas de campo da professora:

Desta vez os alunos foram mais autónomos nas apresentações, recorreram menos à leitura e procuraram complementar as ideias que iam surgindo nos slides apresentados.

(notas de campo, tarefa 5)

Este último exemplo corrobora a ideia de que os alunos evidenciaram uma aprendizagem na forma de fazer apresentações orais, demonstraram ter mais confiança e autonomia, talvez por estarem cada vez mais familiarizados com este tipo de tarefas.

6. Gostei do debate, pois habitualmente não gosto de fazer apresentações, e muito menos interagir com o público, mas desta vez até foi agradável.

O exemplo anterior corrobora o facto de que os alunos, ao longo das tarefas melhoraram as suas capacidades para comunicar com os outros e até começaram a gostar de fazê-las, o que demonstra mais uma aprendizagem adquirida.

Avaliação efetuada pelos alunos

A avaliação que os alunos fazem das tarefas de investigação decorre dos dados recolhidos através das entrevistas em grupo focado, dos documentos escritos e das notas de campo da professora. Esta categoria foi organizada em duas subcategorias: gostos e interesses; e trabalho nas tarefas.

Gostos e Interesses

Durante as entrevistas e no final de cada tarefa, os alunos foram questionados sobre o que gostaram mais e o que gostaram menos nas tarefas. A maioria dos alunos refere que gostou mais de realizar o *role play* e efetuar as experiências. Os seguintes exemplos foram retirados das entrevistas e revelam aquilo que os alunos mais gostaram nas tarefas:

B4 – A que eu mais gostei foi a da ... foi a última basicamente, do debate.

B3 – Eu também, eu também gostei dessa da do aquecimento global.

Prof – E das tarefas em si, gostaram mais de pesquisar, de juntar informação, de fazer protocolos, da parte do refletir...

B1 – Realizar as experiências!

B5 – Realizar as experiências!

(entrevista, grupo B)

Prof – Não? Ok. E o que é que gostaram mais?

D6 – Do congresso.

D1 – Do congresso.

D3 – Sim.

(entrevista, grupo D)

Nos exemplos anteriores os alunos consideraram a tarefa 5 como preferida, tal como a maioria dos alunos da turma. A realização de experiências também foi referida por muitos dos alunos como algo de que gostam muito de fazer.

Os alunos também mencionaram o que gostaram mais durante as etapas das tarefas, como se pode constatar no próximo exemplo:

Prof –... das fases do processo, pesquisa, resposta à questão, o mais além, ou fazer a atividade ... o reflete, o que é que vocês gostaram mais de fazer nas tarefas?

(...)

D3 – A pesquisa, se calhar...

D6 – A pesquisa.

D3 – Permite-nos aprofundar mais do que...

D6 – O essencial, saber o essencial

D3 – Ao pesquisar encontramos mais coisas do que precisávamos de saber...

D1 – Acho que foi tanto a procura de informação como o dar a resposta, foi o mesmo grau de importância.

(entrevista, grupo D)

O excerto anterior permite constatar que a pesquisa foi a etapa das tarefas de que os alunos mais gostaram, bem como o descobrir a resposta às questões.

Os seguintes excertos corroboram o mencionado anteriormente, quanto aos gostos dos alunos, são duas das respostas dadas à questão “O que mais gostaste nesta tarefa?” e foram retirados das reflexões finais da tarefa 1 e da tarefa 5 respetivamente:

3. O que gostei mais foi a forma de trabalho, desde a pesquisa que me permitiu conhecer mais acerca do tema e a elaboração da ficha, onde pús no papel os conhecimentos abordados.

⑥ Da procura de informação, tendo procurado com ISS.

Pode-se constatar que ao longo das tarefas a etapa preferida foi a pesquisa e a consequente resposta às questões problema.

Os alunos também tiveram oportunidade de dizer o que menos gostaram nas tarefas. Como na maioria das tarefas os alunos utilizaram, para pesquisar na *internet*, os próprios telemóveis e *tablets*, achou-se interessante saber como é eu os alunos avaliaram a utilização destes recursos:

Prof – E o facto de usarem um telemóvel ou um computador?

D6 – Ah, é melhor o computador, por que num telemóvel a lentidão da internet também não ajuda muito.

Prof – Mas com o telemóvel chegavam à mesma, não chegavam?

D4 – Sim.

D6 – Sim, sim.

(entrevista, grupo D)

No exemplo anterior, constata-se que os alunos preferem usar os computadores para efetuarem as pesquisas na internet, uma vez que acedem mais rapidamente à informação pretendida e estão mais habituados, no entanto com os telemóveis também chegavam aos sites pretendidos embora não à velocidade pretendida.

Os alunos também referiram ter preferência pela utilização de um computador ligado à internet para fazerem as pesquisas do que procurar informação num livro, o seguinte exemplo corrobora este facto:

D6 – Nós trabalhamos melhor com a internet a...

D2 – Tínhamos mais materiais de procura...

D1 – Para além de estarmos habituados mais à internet do que aos livros.

D6 – Já sabemos pesquisar e ...

D1 – Há mais informação na internet do que nos livros, embora às vezes não seja verídica.

(entrevista, grupo D)

No excerto anterior, os alunos reconhecem que estão mais habituados a efetuar pesquisas através de um computador ligado à internet do que a utilizar um livro para o mesmo fim, e consideram que estes últimos têm menos informação. No entanto, admitem estar conscientes que as informações presentes nos sítios da *internet* podem não estar corretas o que não referem para as informações contantes nos livros.

Os alunos desta turma nunca tinham realizado tarefas de investigação, pelo que considerou-se pertinente que efetuassem um paralelismo entre a aplicação de tarefas de investigação e o ensino tradicional.

Os seguintes excertos são exemplos dessa avaliação:

A1– Eu acho que assim é uma melhor forma de aprender a matéria do que estarmos aí a levar com matéria, matéria e assim puxamos pela cabeça, e não é preciso... e com a ajuda dos nossos colegas também, em vez de ser um individual, assim em grupo debatemos os nossos conhecimentos e assim apresentamos uma melhor conclusão à cerca do assunto.

(...)

A2 – Acho que foi mais fácil, por exemplo, quando damos a matéria na aula normal, não temos tantas coisas para ver e para mexer, assim pudemos mexer nas coisas e experimentar e ver o que é que aquilo dava. Acho que foi giro.

A3 – Eu gostei muito, acho que assim pomos logo em prática o que aprendemos e conseguimos relacionar e associar as coisas, e desde que haja depois a sistematização que a professora fazia no final, a matéria fica logo na cabeça!

(entrevista, grupo A)

C3 – Se existe mais alguma coisa a acrescentar a esta pesquisa e para além daquilo que nós realmente tínhamos que saber, fomos adquirindo mais alguns conhecimentos daqui e dali e acho que enriqueceu a matéria que nós tínhamos que saber do que aquilo só que o professor, está na aula, diz assim é assim por que é assim foi descoberto e acabou.

C6 – É mais por que as atividades são interativas e despertam o nosso interesse do que estar só o professor a falar, a falar, nós a pesquisar ao menos interessamo-nos nisso.

(entrevistas, grupo C)

Nos exemplos anteriores, verifica-se a importância dada pelos alunos à interatividade das tarefas, ao trabalho efetuado em grupo e ao facto de terem que “puxar pela cabeça” que, em comparação com as aulas tradicionais, nas quais estão mais acomodados a receber informação por parte do professor, tendo assim um papel menos ativo no próprio processo de aprendizagem.

Outro facto referenciado pelos alunos foi a diferença entre serem eles a planificar ou receberem um protocolo já feito, como se pode constatar nos seguintes exemplos:

B1 – Ao fazer o protocolo nós já sabemos o que vamos fazer, porque às vezes a professora faz o protocolo e depois...

B2 – Temos sempre que tirar dúvidas com a professora!

Prof – E no fim é que percebem o que é que fizeram e às vezes nem isso!

(entrevista, grupo B)

D1 – Por exemplo, ao longo da atividade vamos percebendo, neste caso, ou simplesmente continuamos ... só percebemos na totalidade quando respondemos à perguntas iniciais ou assim... enquanto que nestas atividades nós temos que perceber já desde o início ...

(entrevista, grupo D)

Os alunos consideram, assim, que quando são eles a produzir um protocolo conseguem ter uma visão global da experiência enquanto que com o protocolo entregue pela professora têm necessidade de tirar dúvidas por que não entendem o que estão a fazer.

Os alunos também avaliaram a aquisição de conceitos efetuada com as tarefas de investigação:

C3 – Acho que em termos de conceitos foi mais fácil para nós interiorizarmos a matéria porque foi pela linguagem que nós, nem toda por que há termos científicos, mas foi pela linguagem que nós estamos habituados e talvez assim percebemos melhor aquilo que realmente, que pretende-se aprender.

(entrevista, grupo C)

A4 – Eu acho que tomando nós a iniciativa de querer fazer a atividade acho que fomos enriquecer mais os nossos conhecimentos, do que se fosse, por exemplo, a professora a dar a matéria aí à frente, em que alguns iam estar atentos e outros não, assim acho que todos estiveram atentos, todos fizeram...

A1 – E pensaram sobre o assunto...

A4 – Sim.

(entrevista, grupo A)

Consideram que têm parte mais integrante no processo de aprendizagem do que nas aulas às quais estão habituados.

Trabalho nas tarefas

Os alunos não estão familiarizados com este tipo de tarefas e foram questionados sobre o trabalho proporcionado por estas, quando comparado com o trabalho que têm numa aula convencional. Assim, nas entrevistas os alunos referiram que:

C3 – Então, na minha opinião acho que estas tarefas puxam mais pelos alunos uma vez que são eles que têm que chegar a um objetivo e desenvolvê-lo e concluir tópicos sobre o mesmo, pronto é o trabalho dele que está em jogo e é a partir dele e das suas pesquisas que ele vai adquirir um certo conhecimento, ..., que ele próprio adquiriu e saber, e conseguir, ter sucesso nesses tais exercícios e ter a noção que ele é capaz de fazer alguma coisa que não seja apenas com a ajuda do professor e influenciado apenas por que tens que saber aquilo e ponto final e acho que é muito mais ... é um à vontade para o aluno por parte do professor.

Prof – Ok, e tu?

C6 – Eu acho que por ser interativo o interesse do aluno é sempre muito maior e quando nós aprendemos por nosso mérito, pelo nosso trabalho eu acho que é uma coisa que nunca se esquece. Agora quando é o professor a explicar podemos ficar a saber mas não é a mesma coisa! É totalmente diferente por que o interesse não é tanto, não somos nós que estamos a participar, não somos nós que estamos a procurar, é como se tivéssemos a “papa toda feita”, o professor diz e tá! Ali temos nós que procurar e tratar disso, e para além disso o facto de estarmos em grupo é uma forma de ouvirmos a opinião dos outros e também darmos a nossa, acho que é muito mais enriquecedor.

(entrevista, grupo C)

Neste exemplo, os alunos associam as tarefas de investigação a um trabalho mais produtivo que o efetuado nas aulas convencionais, uma vez que têm que estar mais atentos, mais envolvidos no processo do que numa aula convencional.

Outro aluno refere que:

D4 – Aprendemos a trabalhar mais... ainda mais em grupo e adquirimos conhecimentos, mas na minha opinião acho que fazer a tarefa não é suficiente para saber tudo, por isso depois há que fazer sínteses ou explicar mesmo o essencial da tarefa que fizemos e depois aplicar em exercícios.

(entrevista, grupo D)

O aluno do excerto anterior, o aluno considera que durante a aplicação das tarefas aprendeu a trabalhar mais, mas ressalva a necessidade de uma sistematização no final das tarefas para melhor consolidar os conteúdos.

O próximo exemplo também reflete que os alunos consideram ter mais trabalho na realização das tarefas de investigação:

D2 – É assim, nas tarefas eu acho que estamos mais atentos, por que

...

D3 – Somos nós que estamos a pesquisar...

D1 – Temos que estar mais atentos!

D2 – Por que somos nós que procuramos informação.

(entrevista, grupo D)

Neste exemplo, os alunos referem ter que estar mais atentos na realização das tarefas por que são os próprios a procurar a informação de que necessitam para a progressão da tarefa.

Ao longo das entrevistas os alunos indicaram o que pensavam sobre a integração mais habitual das tarefas de investigação, seguidamente apresentam-se duas dessas respostas:

D1 – Eu concordo com o que o D5 disse, é uma maneira diferente de dar as aulas, mas só deveria ser dada de vez em quando, a professora disse que não se aplica a todas as matérias, por exemplo a Lei de Stefan- Boltzmann... acho que se aplicava a todas as que fizemos, mas mais aquelas em que é preciso saber as Leis, nas que é preciso saber o porquê de serem essas Leis, por exemplo uma atividade dessas de três em três semanas ou de mês a mês, acho que não fazia mal, mas eu prefiro as aulas convencionais...

Prof – Sais menos cansado!

[Risos]

D1 – Também, tem que se dizer que por parte é por isso...

D2 – Trabalhas mais!

[Risos]

D1 - ... Mas é mais fácil compreender a matéria se já nos for dito que é assim, do que ainda termos que perceber... chegar lá e perceber o porquê de ser assim... acho que de vez em quando não fazia mal, mas...

(entrevista, grupo D)

C2 – Às vezes é preciso sair da rotina e se fosse sempre tarefas se calhar cansava.

(entrevista, grupo C)

Dos exemplos anteriores constata-se que os alunos consideram as tarefas de investigação mais cansativas, e esse facto leva o aluno D1, a preferir as aulas convencionais. Este facto também é invocado pelos alunos para que a aplicação deste tipo de tarefas fosse mais espaçada, ou apenas de vez em quando, para quebrar a rotina das aulas convencionais.

Síntese

Ao longo deste capítulo apresentaram-se os resultados relativos às questões de investigação que orientaram o presente trabalho. Em relação à primeira questão de investigação os resultados revelaram que, durante a realização das tarefas de investigação, os alunos sentiram dificuldades em adquirir competências conceptuais, processuais e de comunicação. Ao longo da aplicação destas tarefas, os alunos conseguiram ir ultrapassando estas dificuldades, o que conduziu à aquisição de novas aprendizagens. Para efetuarem estas aprendizagens, os alunos recorreram a várias estratégias, como a pesquisa de informação, a partilha de ideias, o questionamento e tentativa e erro, para conseguirem terminar a tarefa que lhes era pedida. Por fim, os alunos fizeram uma avaliação positiva das tarefas de investigação. Consideraram que conseguiram adquirir aprendizagens mais significativas do que com o ensino tradicional, precisamente por estarem mais envolvidos no processo de ensino aprendizagem.

Capítulo 6

Discussão, Conclusões e Reflexão Final

Este estudo teve como finalidade conhecer de que modo a realização de tarefas de investigação, inseridas na subunidade “Energia – do Sol para a Terra”, contribui para o desenvolvimento de competências em alunos do 10.º ano. Assim, através das questões orientadoras deste trabalho identificaram-se quais as dificuldades sentidas pelos alunos ao desenvolver tarefas de investigação, o que aprenderam com estas e como avaliam o uso das mesmas.

Para atingir os objetivos do trabalho utilizou-se uma metodologia que tem as suas raízes na investigação qualitativa com orientação interpretativa e adotou-se como estratégia de investigação um estudo sobre a própria prática. Desta forma, os dados foram recolhidos através de observação naturalista, entrevistas em grupo focado, e documentos escritos. Da análise realizada os dados foram codificados e categorizados.

O presente capítulo encontra-se organizado em três partes. Na primeira parte, discutem-se os resultados obtidos, na segunda tiram-se conclusões relativamente a esses resultados e na terceira faz-se uma reflexão final.

Discussão dos Resultados

A primeira questão deste estudo está relacionada com as dificuldades que os alunos sentiram no decorrer das tarefas de investigação, durante a unidade de ensino “do Sol ao aquecimento”. Através da análise dos resultados foi possível constatar que os alunos sentiram dificuldades ao nível da aquisição de competências conceptuais, processuais e de comunicação.

Ao nível das competências conceptuais os alunos evidenciaram dificuldades em: mobilizar conceitos científicos; realizar cálculos; planear uma experiência; interpretar resultados; discutir os limites de validade dos resultados obtidos; e formular hipóteses. Ao nível da mobilização dos conceitos científicos as dificuldades detetadas foram: relacionar os fenómenos de emissão, absorção e reflexão; distinguir os conceitos de

energia e de radiação; conhecer a constituição da radiação solar; distinguir os conceitos de potência e de energia; diferenciar as características da cor preta e da cor branca; discernir entre os conceitos de concentração mássica e de capacidade térmica mássica; compreender o conceito de capacidade térmica; relacionar os conceitos de energia transferida e energia recebida; e associar o fenómeno do aquecimento global a causas relacionadas a fatores naturais e antropogénicos.

Existem vários autores que estudaram o ensino de conceitos relacionados com o tema energia e detetaram algumas das dificuldades relacionadas com a mobilização de conceitos científicos, algumas das quais também identificadas no presente estudo. Castro e Mortale (2012) fazem referência a alunos que consideram radiação e energia como conceitos equivalentes. Lobato e Medeiro (2010) concluíram que existe falta de conhecimento, por parte dos alunos, sobre a composição da radiação solar, daí a dificuldade em a associar a algumas das radiações constituintes do espectro eletromagnético. Higa (1988, citado por Assis & Teixeira, 2003) deteta a existência de dificuldades em entender os conceitos potência e energia, sendo comum os alunos considerarem-nos sinónimos.

Embora não tendo encontrado referência, noutros estudos, considero que a dificuldade em associar as propriedades da cor preta e da cor branca, poderá estar relacionada com a experiência que os alunos trazem das aulas de educação visual, já que ao misturar vários pigmentos de cores diferentes a cor que se origina é a preta, mas se sobrepuserem todas as cores luminosas originam a cor branca. A confusão entre os conceitos de concentração mássica e de capacidade térmica mássica, atribuo às designações parecidas entre estes dois conceitos. A dificuldade em perceber o conceito capacidade térmica mássica deverá estar associada à interpretação da expressão matemática associada ao seu cálculo e à dificuldade que têm em estabelecer relações, neste caso, entre energia, massa, capacidade térmica mássica e variação de temperatura. O associar o fenómeno do aquecimento global apenas a causas relacionadas a fatores antropogénicos, relaciona-se com os conhecimentos que os alunos trazem de outras disciplinas e da comunicação social, que atribuem a responsabilidade das alterações climáticas quase em exclusivo à ação do Homem. Salienta-se que os conhecimentos adquiridos pelos alunos fora da escola, que, juntamente com as suas conceções e atitudes face às ciências, influenciam fortemente a aprendizagem de qualquer conceito (Costa, 2000; Bybee, 2002)

Outra dificuldade evidenciada neste trabalho foi a realização de cálculos. Segundo Assis e Teixeira (2003, p. 49) “um dos problemas do formalismo matemático relativo ao conteúdo energia, é que, parece totalmente desprovido de significado”, ou seja, verificou-se, por exemplo na tarefa 4, que os alunos efetuam os cálculos mas não os relacionavam com os conceitos em estudo. Para além do mencionado, os alunos apresentaram bastante dificuldade em resolver equações matemáticas, que não envolviam conceitos relacionados com a Física. Este facto poderá estar relacionado com a aprendizagem que os alunos já possuem sobre equações que, a par das expressões numéricas, que envolvem novos símbolos e novas regras de manipulação, remetem para outro nível de abstração, o que se poderá revelar particularmente problemático para muitos alunos (Ponte, 2004a).

A planificação de experiências requer que os alunos façam uma ligação entre a questão problema e que vão procurar ou recolher. No presente estudo as dificuldades indicadas pelos alunos foram: elaborar o protocolo e escolher os materiais adequados; gerir o tempo; organização e construção das etapas da experiência. Estes resultados são corroborados por Krajcik et al. (1998) que indicam as dificuldades que os alunos encontram em descrever o que pretendem com a experiência que querem realizar, e por Cunha (2009) e Veiga (2012) que indicam que os alunos se deparam com dificuldades quando pretendem indicar os materiais necessários e a escrever um procedimento que contenha todos os passos a realizar. Verificou-se que as dificuldades em efetuar planificações foram progressivamente ultrapassadas, uma vez que houve uma diminuição de alunos a frisar este obstáculo e todos os grupos conseguiram fazer um plano com as etapas necessárias à realização da experiência.

Na interpretação de resultados, os alunos tentam analisar os dados recolhidos e dar-lhe um significado, através relações com a teoria subjacente à experiência, no entanto alguns alunos não conseguem efetuar essa relação. Num estudo realizado por Krajcik et al. (1998), também foi identificada esta dificuldade. O autor refere que os alunos tentam analisar os dados e determinar o seu significado através dos seus conhecimentos básicos, mas que a maioria não chegou a interpretações válidas. É de realçar que esta dificuldade foi ultrapassada, com a ajuda da professora e com as discussões de grupo.

A dificuldade em discutir os limites de validade dos resultados obtidos, surgiu durante a pesquisa quando os alunos se depararam com informação proveniente de sítios da *internet* e não conseguiram certificar-se da sua veracidade. Esta dificuldade advém

dos alunos terem consciência de que, nem sempre, a informação encontrada na *internet* é válida. No entanto, os alunos ultrapassaram esta dificuldade pesquisando em manuais ou questionando a professora.

Outra dificuldade detetada foi a formulação de hipóteses. Este obstáculo também foi identificado num estudo de Veiga (2012) que considerou que esta era devida à falta de compreensão da questão. Neste trabalho, à medida que as tarefas foram decorrendo, os alunos conseguiram formular as hipóteses necessárias para avançar com a tarefa, pelo que esta dificuldade foi ultrapassada.

Relativamente às competências processuais os alunos também evidenciaram várias dificuldades: seleccionar material de laboratório; construir uma montagem laboratorial; recolher, registar e organizar dados de observações; e executar experiências.

A dificuldade revelada em seleccionar material de laboratório deve-se a que os alunos nunca utilizaram alguns dos materiais necessários às experiências em causa, como por exemplo, os calorímetros, placas de aquecimento e o *parafilm*, e outros materiais não utilizavam há muito tempo, como os suportes universais, garras, nozes e termómetros. Esta dificuldade também foi referida num estudo de Veiga (2012), que a atribui, igualmente, ao facto dos alunos não conhecerem parte das matérias de laboratório, por nunca os terem utilizado. Esta dificuldade também pode ser explicada pelo facto dos alunos não terem a certeza de que materiais devem ser usados nas experiências, ou até mesmo saber qual o material a utilizar mas não a sua capacidade ou quantidade.

Uma dificuldade muito referida pelos alunos, em especial na tarefa 4, foi a montagem laboratorial, em especial o isolar do sistema, prender termómetros ou até mesmo aquecer água, e sempre que podiam evitavam executar uma montagem. Esta dificuldade é referenciada por Blumenfeld et al. (1991, citados por, Krajcik et al., 1998) que indicam que, à medida que a tarefa se torna mais difícil ou demorada, os alunos podem concentrar-se apenas na realização do trabalho com o mínimo de esforço. Salienta-se que a dificuldade em efetuar uma montagem laboratorial foi mais sentida na tarefa 4, uma vez que nesta a montagem laboratorial era mais complexa do que a da tarefa 3.

Os alunos depararam-se com dificuldades em recolher, registar e organizar dados de observações. Em relação à recolha de dados, alguns dos alunos não foram cuidadosos nas medições e não conseguiram efetuar as leituras das medidas, para além

disso o trabalho era deixado a cargo de um dos elementos do grupo. Um estudo de Krajcik et al. (1998) refere que quando os procedimentos são complexos os alunos deixam de ter cuidado com medições que efetuam, têm pouca experiência em efetuar medições rigorosas, não percebem a importância desse rigor e não partilham a responsabilidade no processo de recolha de dados. Matoso (2011), efetuou um estudo que corrobora estes resultados em relação à recolha de dados, onde refere que os alunos não compreendem que as medições estão afetadas de incertezas. Em relação ao registo e organização de dados os alunos também evidenciaram dificuldades, por que não os registavam em tabelas, ou quando o faziam não construíam as tabelas nos moldes desejados. Esta dificuldade também foi referida num estudo de Cunha (2009) que considera que esta advém do facto de os alunos não estarem familiarizados com a construção de tabelas.

Também foram evidenciadas dificuldades na execução de experiências, em especial no isolamento de sistemas durante a tarefa 4, esse facto não se verificou na tarefa 3 uma vez que os alunos não estavam cientes da importância do isolamento dos sistemas em trabalhos relacionados com a energia. Também tiveram dificuldades em seguir um plano previamente estabelecido. Este último facto também foi observado no estudo de Krajcik et al. (1998) em que os alunos frequentemente não seguem os procedimentos.

No que concerne às competências de comunicação, as dificuldades dos alunos centraram-se na produção de textos escritos, em comunicarem entre pares em grupo e em exposições orais e na compreensão da língua.

A dificuldade na escrita de textos foi revelada nos documentos escritos e durante as entrevistas. Os alunos tentaram copiar frases dos manuais ou de sítios da *internet*, escreveram frases curtas e não desenvolveram as ideias. Também no estudo realizado por Luís (2013, p.79) indica que “a análise dos documentos escritos revelou que os alunos têm dificuldade em articular e estruturar textos, limitando-se por vezes a construir diagramas de palavras”. A dificuldade em compreender a língua portuguesa foi um obstáculo que se manifestou devido à presença de alguns erros ortográficos nas respostas escritas, à elaboração de respostas sem qualquer estrutura gramatical e na falta de conhecimento dos moldes de escrita de uma carta. A comunicação entre pares, entre grupos e em exposições orais foi uma dificuldade sentida pelos alunos, em especial nas primeiras tarefas, os alunos não estavam habituados em trabalhar em grupo, a expor as suas ideias aos outros, a argumentar ou a ouvir os outros. Esta dificuldade também foi

detetada noutros estudos como o de Santos (2012) e o de Veiga (2013), que indicam que os alunos tiveram dificuldade em comunicar oralmente, em especial nas primeiras tarefas.

Apesar de todas as dificuldades reveladas ao longo da realização das tarefas de investigação, os alunos conseguiram adotar um conjunto de estratégias para as superar, a saber: pesquisa de informação; partilha de ideias; questionamento; e tentativa e erro.

Em relação à segunda questão de investigação, apesar das dificuldades, que inicialmente foram enfrentadas pelos alunos, estas foram-se desvanecendo à medida que estes realizaram as tarefas. Deste modo os alunos adquiriram aprendizagens significativas ao nível das competências conceptuais, processuais e de comunicação.

Relativamente às competências conceptuais os alunos conseguiram mobilizar conceitos científicos, realizar cálculos, planear uma experiência, interpretar resultados, discutir os limites de validade dos resultados obtidos, e formular hipóteses. As tarefas foram elaboradas segundo o modelo dos 5 E's e, existem estudos, como os realizados por Wilder e Shuttleworth (2005) e por Akar (2005), que chegaram à conclusão que os alunos conseguiram aplicar os conceitos adquiridos e evidenciaram a aquisição dos conteúdos relacionados com as tarefas. Os alunos participantes neste estudo, também conseguiram efetuar com sucesso todas as tarefas e com a ajuda da professora e com discussão em grupo ultrapassaram as dificuldades referidas e conseguiram mobilizar as competências conceptuais indicadas.

Quanto às competências processuais, os alunos conseguiram selecionar material de laboratório, construir uma montagem laboratorial, recolher, registar e organizar dados de observações e executar experiências. Existem evidências de que estas competências foram desenvolvidas durante a realização das tarefas, uma vez que todos os grupos conseguiram terminar as experiências planificadas com resultados válidos. Existem estudos que corroboram a aquisição de competências processuais quando se utilizam tarefas de investigação, salienta-se um estudo elaborado por O'Brien e Alexander (2010) onde indicam algumas das competências desenvolvidas nos alunos, entre as quais destaco a recolha, registo e organização de dados (medições) e a execução de experiências. Outro estudo é o de Veiga (2012), que menciona a aquisição de competências a nível da seleção de material. E, por fim, o estudo de Krajcik et al. (1998) onde referem que os alunos adquiriram competências ao nível da execução de experiências.

Os alunos também conseguiram adquirir competências de comunicação, já que conseguiram elaborar textos escritos, comunicar entre pares, em grupo e em exposições orais, a compreensão da língua durante a realização das tarefas tal como foi referido por Matoso (2011), O'Brien e Alexander (2010), e Veiga (2012).

As competências que os alunos desenvolveram durante a realização destas tarefas, são consideradas essenciais para a promoção da literacia científica (Chagas, 2002) e são preconizadas pelos programas de ciências quer a nível nacional, quer a nível internacional (Galvão et al., 2006; Martins et al., 2001; NRC, 1996).

Quanto à terceira questão deste estudo, os alunos efetuaram uma avaliação bastante positiva em relação à aplicação destas tarefas de investigação. Os alunos gostaram de participar nas aulas, em se recorrer a tarefas de investigação e, pelo que apontam os resultados, evidenciaram preferência pela tarefa 5, onde realizaram um *role-play*, e pelas tarefas que envolviam experiências. Também demonstraram bastante interesse pela fase da pesquisa e de encontrar a resposta às questões. Os alunos também consideraram que a aprendizagem, através desta estratégia, é mais produtiva, uma vez que têm que “puxar mais pela cabeça” e estão mais integrados na tarefa, exercendo um papel mais ativo em sala de aula. Consideram também que compreendem melhor os conceitos, uma vez que a aprendizagem é feita por autodescoberta, o que permite assimilar melhor os conteúdos. Outros trabalhos corroboram a avaliação efetuada pelos alunos envolvidos neste estudo que consideram que, através da aplicação de tarefas de investigação, participam mais ativamente na sala de aula, o que torna a aprendizagem mais motivante e significativa (Cunha, 2009; Luís, 2013; Matoso, 2011; Santos, 2012).

Os alunos também consideraram ser mais eficaz utilizar um computador ligado à *internet*, para efetuar as pesquisas, do que usar os telemóveis ou os *tablets*, pelo facto da pesquisa ser mais rápida, mas que o uso desses equipamentos não impediu o avanço da pesquisa. Estes alunos também consideraram preferirem utilizar a *internet* para efetuar a pesquisa do que recorrer a livros, pois acham que a primeira tem mais informação disponível, no entanto encaram a informação constante nos livros mais fidedigna.

Em relação às atividades experimentais, associadas às tarefas 3 e 4, os alunos consideram-nas mais produtivas do que as aulas laboratoriais tradicionais, a justificação reside no facto de perceberem o objetivo da experiência e conseguirem entender todas as etapas do procedimento, o que segundo os alunos, não ocorre quando lhes é apresentado um protocolo, para além disso, perceberam os conceitos tratados com mais facilidade.

Os alunos também consideram as aulas, em que se recorre a tarefas de investigação, mais trabalhosas e cansativas do que quando comparadas com aulas tradicionais, uma vez que são eles a participar em todo o processo.

Alguns autores recomendam o uso de tarefas de investigação na sala de aula (Ponte et al., 1999) por promoverem a literacia científica e desenvolverem competências que, de um outro modo, não seriam desenvolvidas. Os mesmos autores mencionam que, neste tipo de tarefas, o professor deve assumir um papel orientador e estar em contacto com os alunos.

Conclusões

Os resultados deste trabalho sugerem que, a aplicação das tarefas de investigação permitiu aos alunos desenvolver as competências preconizadas no programa de Física e Química A do 10.º ano.

Durante a aplicação das tarefas, os alunos passaram a desempenhar um papel mais ativo em sala de aula, apresentaram-se mais questionadores, colaborativos e empenhados, utilizaram várias estratégias para ultrapassar as dificuldades com que se deparavam. Os alunos pesquisaram e selecionaram informação, planearam e executaram experiências, retiraram conclusões e expuseram-nas aos outros grupos, debateram e defenderam ideias e, no final de cada tarefa, refletiram sobre o trabalho efetuado.

Os alunos desta turma nunca tinham efetuado tarefas de investigação, pelo que inicialmente depararam-se com mais dificuldades, pois mantinham a atitude passiva a que estavam habituados nas aulas tradicionais e ficavam à espera das ordens e indicações da professora. À medida que as tarefas foram sendo desenvolvidas, os alunos habituaram-se a esta dinâmica e as dúvidas e dificuldades apresentadas inicialmente foram diminuindo.

Em relação à credibilidade deste estudo, utilizaram-se várias técnicas de recolha de dados: observação naturalista; entrevista em grupo focado; e documentos escritos que possibilitaram a triangulação dos dados (Patton, 1990). Também se tiveram em conta questões de ordem ética, foram pedidas todas as autorizações necessárias para a aplicação deste estudo na escola, todos os alunos obtiveram permissão para participar no estudo e foi salvaguardado o anonimato dos mesmos.

De um modo geral, os alunos desta turma gostaram de realizar estas tarefas de investigação, uma vez que estavam relacionadas com assuntos do dia-a-dia e lhes permitiu adquirir uma postura diferente da que normalmente adotam em sala de aula. As tarefas que suscitaram maior interesse por parte dos alunos foram as que envolveram atividades experimentais e o *role-play*.

Desta evidência destaca-se a importância da transversalidade com outras disciplinas podendo constituir uma mais valia para ajudar os alunos a ultrapassarem as dificuldades evidenciadas. Esta sugestão vai ao encontro das recomendações curriculares que salientam a importância de abordar os assuntos em interdisciplinaridade (NRC, 2010).

Reflexão final

Passaram 16 anos desde que conclui a licenciatura e 15 desde que efetuei uma pós graduação na área do ensino da Química. Fiquei sempre colocada com horários completos e apenas lecionei em três escolas diferentes. Há 12 anos que leciono na mesma escola, o que me permite conhecer bastante bem as dinâmicas da mesma, bem como as características dos seus intervenientes. No entanto também há tendência para me acomodar a rotinas e a estratégias. Foi este último fator que me fez decidir frequentar este mestrado, numa tentativa de sair da minha zona de conforto e aprender novas estratégias e dinâmicas para levar os alunos a aprenderem.

A realização deste trabalho foi um grande desafio e encarei-o como algo de difícil elaboração, uma vez que nunca tinha efetuado uma investigação, nem aplicado tarefas de investigação em sala de aula. As dificuldades que tive inicialmente foram sendo ultrapassadas com sugestões e críticas construtivas, que me permitiram desenvolver profissional e academicamente. Fiquei a conhecer a metodologia investigação sobre a própria prática, em especial quanto aos métodos e procedimentos de recolha e análise de dados, e do interesse em diversificar as estratégias utilizadas em sala de aula, de modo a permitir desenvolver as competências preconizadas no programa da disciplina e aumentar a literacia científica dos alunos.

A aplicação das tarefas de investigação foi uma estratégia bastante interessante, mas acarretou alguns receios iniciais, tal como a gestão do tempo, a organização dos grupos, a resposta dos alunos à tarefa e o acesso à *internet*. Estes receios foram-se desvanecendo ao longo da aplicação das tarefas, uma vez que rapidamente consegui

adaptar-me a este tipo de aulas e os poucos problemas que existiram foram resolvidos. Foi com agrado que verifiquei a criatividade que os alunos possuem para resolver problemas, conseguiram completar com sucesso todas as tarefas e atingir os objetivos preconizados, melhoraram bastante a capacidade de pesquisa, a seleção de informações, bem como a capacidade de argumentação. A última tarefa foi a que a maioria dos alunos mais gostou, nesta, conseguiram assumir o papel de uma personagem e discutir ideias associadas a essa personagem, até os alunos mais introvertidos participaram ativamente nesta discussão de ideias. Após a implementação das tarefas de investigação, consegui compreender as dificuldades e as aprendizagens dos meus alunos, bem como conhecê-los melhor.

Com esta investigação consegui aperceber-me da importância de refletir de forma fundamentada antes, durante e após a lecionação de uma aula, de modo a indagar se foi a melhor estratégia para a turma em causa, se os objetivos da mesma foram atingidos ou se todos os alunos responderam positivamente a essa estratégia. Considero que a elaboração deste trabalho me enriqueceu profissional e pessoalmente, e enalteceu o valor da constante aprendizagem ao longo da minha carreira.

Referências Bibliográficas

- Abell, S., Appleton, D., Hanuscin, L. (2010). *Designing and Teaching the Elementary Science Methods Course*. New York: Routledge.
- Adb-El_Khalick, F., Boujaoude, S., Lederman, N. G., Mamlok – Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., & Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Aires, L. (2011). *Paradigma qualitativo e práticas de educação educacional*. Universidade Aberta.
- Akar, E. (2005). *Effectiveness of 5e learning cycle model on students' understanding of acid-base concepts*. Ankara: Middle East Technical University.
- Almeida, P., & Galvão, C. (2013). *Os problemas sócio-científicos e a formação científica dos cidadãos*. In Atas – Encontro sobre educação em ciências através de aprendizagens baseadas na resolução de problemas (33-47). Braga: Centro de investigação em educação em educação, Universidade do Minho.
- Assis, A., & Teixeira, O. (2003). Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito energia. *Ciência & Educação*, 9(1), 41-52.
- Azevedo, M. C. P. S. (2004). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática* (pp. 19-33). São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Baptista, M. (2010). *Conceção e implementação de atividades de investigação - Um estudo com professores de física e química do ensino básico*. Tese de doutoramento. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Beato, C. (2003). *A disciplina de ciências físico-químicas na reforma liceal de 1947*. Tese de mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa.

- Bell, J. (1997). *Como realizar um projeto de investigação*. Lisboa: Gradiva.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora. Disponível em http://www.academia.edu/6674293/Bogdan_Biklen_investigacao_qualitativa_e_m_educacao.
- Bybee, R. (2002). Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum. Em Rodger W. Bybee (Ed.), *Learning science and the science of learning*. Virginia, USA: NSTA.
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado, CO: Springs.
- Castro, L., & Mortale, T. (2012). *Energia: Levantamento das concepções alternativas*. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- Chagas, A., Marques, M., Martins, A., Mesquita, H., Reis, C., & Silveira, C. (2011). *Projeto educativo do Agrupamento de Escolas de Vila Real de Santo António 2011-1014*.
- Chagas, I. (2000). *Literacia científica. O grande desafio para a escola*. In *Actas do 1º encontro nacional de investigação e formação, globalização e desenvolvimento profissional do professor*. Escola Superior de Educação de Lisboa. Disponível em: <http://www.eselx.ipl.pt/Iencontro/Actas/textos/Paineis%20Chagas.htm>
- Chism, N., Douglas, E., & Hilson, W. (2010). *Qualitative Research Basics: A Guide for Engineering Educators*. Disponível em: https://cleerhub.org/resources/9/download/RREE_Qualitative_Research_Handbook_ChismDouglasHilson.pdf
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. Great Britain: Routledge Falmer.
- Costa, J. (2000). Educação em ciências: novas orientações. *Millenium*, 19(junho). Disponível em: http://www.ipv.pt/millenium/19_spec6.htm

- Costa, J.A. (1999). *O papel da escola na sociedade actual: implicações no ensino das ciências*. Millenium (Revista do Instituto Superior Politécnico de Viseu), 15, 56-62.
- Coutinho, C. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas*. Coimbra: Edições Almedina.
- Cunha, M. (2009). *Actividades de investigação no ensino da química: um estudo com alunos do 8.º ano de escolaridade*. Tese de mestrado não publicada. Lisboa: Universidade de Lisboa
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Decreto Lei 36507 de 17/9/1947, Diário do Governo 216, I série.
- Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho, Série I
- Departamento Ensino Secundário (1995). *Programa da Disciplina de Ciências Físico - Químicas (10º e 11º)*. Ministério de Educação: Imprensa nacional casa da moeda.
- Dias, M., & Hassard, J. (2013). *The art of teaching science: inquiry and innovation in middle school and high school*. London: Routledge.
- Driel, J., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: the role of teacher's practical knowledge. *Journal of research in science teaching*, 38 (2), 137-158.
- Duarte, T. (2009). *A possibilidade da investigação a 3: reflexões sobre triangulação (metodológica)*. CIES e-WorkingPapers. Disponível em: http://cies.iscte.pt/destaques/documents/CIES-WP60_Duarte_003.pdf
- Estaban, M., Hoffman, J., & Silva, J. (2003). *Práticas avaliativas e aprendizagens significativas em diferentes áreas do currículo*. Porto Alegre: Mediação.

- Fonseca, H., Brunheira, L., & Ponte, J. (1999). *As atividades de investigação, o professor e a aula de matemática*. Actas do ProfMat 99. Lisboa: APM.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições Asa.
- Hassard, J. (2011). *Science as inquiry*. Culver City: Good Year Books.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., & Fredricks, J. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: initial attempts by middle school students. *The Journal of the Learning Sciences*, 7(3&4), 313-350.
- Lei nº49/2005, de 30/08/2005 (Lei de Bases do Sistema educativo Português atualizada).
- Lobato, A., & Medeiros, M. (2010) Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de química. *Revista Ensaio*, 12 (3), 65-84
- Ludke, M. & André, M. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.
- Luís, A. (2013). *Tarefas de Investigação no ensino da Tabela Periódica*. Tese de mestrado não publicada. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Martins, I. (Coord.), Costa, J., Lopes, J., Magalhães, M., Simões, M., Simões, T., Bello, A., San-Bento, C., Pina, E., & Caldeira, H. (Coord.). (2001). *Programa de Física e Química A: 10º ou 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Martins, I., & Veiga, M. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Marvasti, A., & Silverman, D. (2008). *Doing Qualitative Research*. USA: Sage publications.
- Matoso, C. (2011). *Aprender química através de tarefas de investigação. Um estudo com alunos do 8.º ano de escolaridade*. Tese de mestrado não publicada. Universidade de Lisboa, Lisboa.

- McNiff, J., & Whitehead, J. (2011). *All you need to know about action research*. London: Sage Publication.
- Meirinhos, M., & Osório, A. (2010). O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. *EDUSER: revista de educação*, 2(2), 49-65.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: science education for the future*. The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation. Great Britain: King's college London.
- Moraes, R. (1999). Análise de conteúdo. *Revista Educação*, 22(37), 7-32.
- Nascimento, P. (2005). O desafio da avaliação no cotidiano do educador. *Revista Profissão Docente*, 4(11), 32- 41.
- National Research Council (1996). *The National Science Education Standards: Guidelines for moving the vision into practice*. Washington, DC: NSTA Press. Disponível em http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962&page=R4
- National Research Council (2000). *Inquiry in Science and in Classrooms - Inquiry and the National science, Mathematics, and Engineering Education*. Washington, DC: NSTA Press.
- National Research Council (2013). *Education for live and work: Guide for practitioners*. Washington, DC: NSTA Press.
- O'Brien, G., & Alexander, A. (2010). Developing inquiry skills. In Peters, J. & Stout, L. (2010). *Science in elementary education*. Prentice Hall, 81-109. Disponível em: <http://www.pearsonhighered.com/samplechapter/0132192845.pdf>
- OECD. (2013). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I)*, PISA, OECD Publishing. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201118-en>
- Oliveira, C., Jardim, J., Prado, M. & Costa, N. (2013). *Investigação em sala de aula: o desafio de professores do Projeto UCA no Estado do Pará*. II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2013) Workshops (WCBIE 2013).

- Passos, A., Trindade, A., & Zômpero, A. (2012). Tarefas de Investigação no Ensino Fundamental: Uma Experiência. *UNOPAR Científica, Ciências Humanas e Educação*, Londrina, 13 (2), 5-13.
- Patton, M. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Ponte, J. P. (2002). Investigar a nossa própria prática. In GTI (Org), *Reflectir e investigar sobre a prática profissional* (5-28). Lisboa: APM
- Ponte, J. P. (2004a). As equações nos manuais escolares. *Revista Brasileira de História da Matemática*, 4(8), 149- 170.
- Ponte, J. P. (2004b). Investigar a nossa própria prática: Uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional. In E. Castro & E. Torre (Eds.), *Investigación en educación matemática* (61-84). Coruña: Universidad da Coruña. Republicado em 2008, PNA - *Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 2(4), 153-180.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (11-34). Lisboa: APM.
- Reiss, M., Millar, R., & Osborne, J. (1999). Beyond 2000: science/biology education for the future. *Journal of Biological Education*, 33(2), 68-70.
- Rodríguez, G. G., Flores, J. G., & Jiménez, E. G. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Granada: Ediciones Aljibe.
- Roldão, M. (1999). *Gestão Curricular – Fundamentos e Práticas*. ME: DEB.
- Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1990). *Science for all Americans* (2th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Santos, A. (2012). *Conceção e realização de tarefas de investigação sobre os “Materiais”*. Um estudo com alunos do 7.º ano de escolaridade. Tese de mestrado não publicada. Lisboa: Universidade de Lisboa

- Santos, W. (2007). *Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica*. Ciência e ensino, 1, nº especial.
- Schnetzler, R. & Aragão, R. (1995). Importância, sentido e contribuição de pesquisas para o ensino de Química. *Revista Química Nova na Escola*, 1, 27-310. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/pesquisa.pdf>.
- Teixeira, P. (2003). A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento c.t.s. no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 177-190
- Tsai, C., Tuan, H., Chin, C., & Chang, J. (2007). *The Design Ideas of Nested Inquiry-Based Instruction Model in Physical Science*. 2ª NICE Symposium, Taiwan.
- Veiga, M. (2012). *Ensino “Das Estrelas ao Átomo” com recurso a atividades de investigação*. Tese de mestrado não publicada. Lisboa: Universidade de Lisboa
- Wilder, M., & Shuttleworth, P. (2005). Cell inquiry: A 5E learning cycle lesson. *Science Activities*, 41(4), 37-43.
- Yin, R. (2001). *Estudo de Caso. Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Zhai, J., Jocz, J., & Tan, A. (2014). ‘Am I Like a Scientist?’: Primary children's images of doing science in school. *International Journal of Science Education*, 36(4), 553-576. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2013.791958>

Apêndices

Apêndice A

Planificações de aulas

Unidade temática: Energia – do Sol para a Terra				Aulas nº: 1 e 2	Duração: 50 + 50 minutos	
Conteúdos	Competências			Sumário: O balanço energético da Terra		
O balanço energético da Terra. O Albedo. A emissão e absorção de radiação pelos corpos.	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas	Momentos da aula	Instrumentos de avaliação	Recursos
			(C2) Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos	Iniciar a aula com uma introdução, onde se indicam os objetivos da mesma. (10 min.)		Tarefa nº1;
			(C3) Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC	1º - Ler a banda desenhada, seguida de pesquisa e posterior elaboração da continuação da banda desenhada com a resposta à questão problema. (40 min.)		Manuais da disciplina;
	Selecionar informação;	(B2) Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico	(C5) Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final	2º - Visualizar o vídeo sobre as cobras e responder às questões problema. (30 min.)	Grelha de avaliação das fichas	Telemóveis e tablets com acesso à internet;
	Interpretar informação.	(B3) Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência	(C6) Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes	3º - Resumo dos conteúdos aprendidos. (10 min.)	Grelha de observação (atitudes)	Vídeo: “Science Nation - Seeing Heat: The Sensory Systems of Boas, Pythons and Pit Vipers”
	Utilizar corretamente a Língua Portuguesa (oral e escrita)		(C7) Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.	4.º- Reflexão. (10 min.)		

Unidade temática: Energia – do Sol para a Terra				Aulas nº: 3 e 4	Duração: 50 + 50 minutos	
Conteúdos	Competências			Sumário: A Lei de Stefan-Boltzmann. A Lei de Wien. Noção de corpo negro.		
	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas	Momentos da aula	Instrumentos de avaliação	Recursos
	<p>Selecionar informação.</p> <p>Interpretar informação.</p> <p>Utilizar corretamente a Língua Portuguesa (oral e escrita).</p>	<p>(B2) Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico</p> <p>(B3) Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência</p>	<p>(C2) Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos</p> <p>(C3) Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC</p> <p>(C5) Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final</p> <p>(C6) Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes</p> <p>(C7) Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.</p>	<p>Iniciar a aula com uma introdução, onde se indicam os objetivos da mesma. (10 min.)</p> <p>1.º - Ler a banda desenhada e as informações sobre os cientistas, seguida de pesquisa e posterior resposta à questão problema. (40 min.)</p> <p>2.º - Cálculo da temperatura média à superfície do Sol aplicando as expressões das Leis de Stefan-Boltzmann e do deslocamento de Wien. (30 min.)</p> <p>3.º - Resumo dos conteúdos aprendidos. (10 min.)</p> <p>4.º- Reflexão. (10 min)</p>	<p>Grelha de avaliação das fichas.</p> <p>Grelha de observação (atitudes).</p>	<p>Tarefa nº 2.</p> <p>Manuais da disciplina.</p> <p>Telemóveis e tablets com acesso à internet.</p>
<p>A Lei de Stefan-Boltzmann.</p> <p>A Lei de Wien.</p>						

Unidade temática: Energia – do Sol para a Terra				Aulas nº: 5, 6 e 7	Duração: 50 + 50 + 50 minutos	
Conteúdos	Competências			Sumário: Emissão e absorção de radiação (A.L. 1.1)		
Emissão e absorção de energia. Transformações e transferências de energia. Superfícies refletoras, emissoras e absorvedoras.	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas	Momentos da aula	Instrumentos de avaliação	Recursos
	(A1) Selecionar material de laboratório adequado a uma atividade experimental (A2) Construir uma montagem laboratorial a partir de um esquema ou de uma descrição (A3) Identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função (A4) Manipular com correção e respeito por normas de segurança, material e equipamento (A5) Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas.	(B1) Planear uma experiência para dar resposta a uma questão – problema (B3) Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência (B5) Reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos (B6) Identificar parâmetros que poderão afetar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar (B7) Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro (B8) Elaborar um relatório (ou síntese, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma atividade experimental por si realizada	(C1) Desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais, de proteção pessoal e do ambiente (C2) Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos (C3) Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC (C4) Refletir sobre pontos de vista contrários aos seus (C5) Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final (C6) Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes (C7) Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.	Iniciar a aula com uma introdução, onde se indicam os objetivos da mesma. (10 min.) 1.º - Ler as informações relativas à evolução dos fatos dos astronautas, seguida de pesquisa e posterior elaboração do protocolo que os leve à resposta da questão. (20 min.) 2.º - Executar o planeamento elaborado. Ter em conta todas as regras de segurança a ter no laboratório e seguir os protocolos que construíram. (90 min.) 3.º - Exposição das conclusões. (10 min.) 4.º - Discussão sobre essas conclusões. (10 min.) 5.º- Reflexão. (10 min.).	Grelha de avaliação das fichas Grelha de observação (atitudes)	Tarefa nº 3; Telemóveis e tablets com acesso à internet; Material de laboratório

Unidade temática: Energia – do Sol para a Terra				Aulas nº: 8, 9 e 10	Duração: 50 + 50 + 50 minutos	
Conteúdos	Competências			Sumário: Sistema termodinâmico. O equilíbrio térmico. Lei Zero da termodinâmica		
Sistemas Termodinâmico O equilíbrio térmico A Lei Zero da Termodinâmica.	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas	Momentos da aula	Instrumentos de avaliação	Recursos
	(A1) Selecionar material de laboratório adequado a uma atividade experimental (A2) Construir uma montagem laboratorial a partir de um esquema ou de uma descrição (A4) Manipular com correção e respeito por normas de segurança, material e equipamento (A5) Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas,	(B1) Planear uma experiência para dar resposta a uma questão – problema (B2) Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico (B3) Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência (B4) Discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usados (B6) Identificar parâmetros que poderão afetar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar	(C1) Desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais, de proteção pessoal e do ambiente (C2) Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos (C3) Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC (C4) Refletir sobre pontos de vista contrários aos seus (C5) Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final (C6) Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes	Iniciar a aula com uma introdução, onde se indicam os objetivos da mesma (10 min.) 1.º - Ler a questão problema, seguida de pesquisa e posterior elaboração do protocolo que os leve à resposta da questão problema (20 min.) 2.º - Executar o planeamento elaborado. Ter em conta todas as regras de segurança a ter no laboratório e seguir os protocolos que construíram. (90 min.) 3.º - Efetuar os cálculos necessários para chegar a uma conclusão (10 min.) 4.º - Discussão sobre essas conclusões (10 min.) 5.º - Reflexão (10 min.)	Grelha de avaliação das fichas Grelha de observação (atitudes)	Tarefa nº 4; Telemóveis e tablets com acesso à internet; Material de Laboratório

Unidade temática: Energia – do Sol para a Terra				Aulas nº: 11, 12 e 13	Duração: 50 + 50 + 50 minutos	
Conteúdos	Competências			Sumário: O efeito de estufa. O aquecimento global. Elaboração de um role Play.		
O efeito de estufa O aquecimento global	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas	Momentos da aula	Instrumentos de avaliação	Recursos
	Selecionar informação. Interpretar informação. Utilizar corretamente a Língua Portuguesa (oral e escrita).	(B2) Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico (B3) Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência	(C2) Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos (C3) Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC (C4) Refletir sobre pontos de vista contrários aos seus (C5) Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e acção conjunta, com vista à apresentação de um produto final (C6) Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes (C7) Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.	Iniciar a aula com uma introdução, onde se indicam os objetivos da mesma (15 min.) 1.º - Ler as informações relativas às diferentes visões existentes sobre as causas do aquecimento global, e atribuir uma personagem a cada grupo. (15 min.) 2.º- Pesquisa e posterior resposta à questão problema, sob a visão do personagem. (75 min.) 3.º - Executar uma apresentação em <i>powerpoint</i> que sirva de suporte à exposição das suas posições no congresso. (45 min.)	Grelha de avaliação das fichas Grelha de observação (atitudes)	Tarefa nº 5; Manuais da disciplina; Computadores com acesso à <i>internet</i> .

Unidade temática: Energia – do Sol para a Terra				Aulas nº: 14, 15 e 16	Duração: 50 + 50 + 50 minutos	
Conteúdos	Competências			Sumário: O efeito de estufa. O aquecimento global. Elaboração de um role Play.		
O efeito de estufa O aquecimento global	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas	Momentos da aula	Instrumentos de avaliação	Recursos
	Selecionar informação. Interpretar informação. Utilizar corretamente a Língua Portuguesa (oral e escrita).	(B2) Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico (B3) Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência	(C2) Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos (C3) Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC (C4) Refletir sobre pontos de vista contrários aos seus (C5) Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e acção conjunta, com vista à apresentação de um produto final (C6) Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes (C7) Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.	Iniciar a aula com uma introdução, onde se indicam os objetivos da mesma. (10 min.) 1º - Simulação de um congresso em que cada um dos grupos apresenta as suas ideias e responde a questões efetuadas pelos outros grupos. (100 min.) 2º - Elaboração de uma síntese global do conteúdo do congresso. (20 min.) 3º - Exposição das conclusões (10 min.) 4.º- Reflexão (10 min.) 5º - Gravação no programa <i>Voxopop</i> da síntese de cada grupo (em casa).	Grelha de avaliação das fichas Grelha de observação (atitudes)	Ficha da atividade; Manuais da disciplina; Computadores com acesso à <i>internet</i> .

Apêndice B

Tarefas de Investigação

Tarefa 1

Parte 1-

Lê com atenção a seguinte banda desenhada:

Num dia de Verão a Mafalda foi com a mãe à praia.



Adaptado de: <http://quedateaki.co/en/cartoons/cartoon.php?cod=955>
<http://coloriredivertido.blogspot.pt/2010/03/garrafas-para-colorir-desenhos-de.html>

Mais tarde quando chegou a casa...



Adaptado de: <https://mundodemafalda.wikispaces.com/Mafalda%60s+cartoons>

1. Façam uma pesquisa na Internet e em manuais escolares, juntamente com os elementos do teu grupo, que te permita responder à questão colocada pela Mafalda.
2. Continuem a banda desenhada onde apresentem a resposta à questão feita pela Mafalda.

Parte 2-

Acedam à internet e vê com atenção o seguinte vídeo:

<http://www.youtube.com/watch?v=5vrlAz8Ja5I>

Respondam às seguintes questões.

3. Como explicam que a cobra consiga descobrir as cobaias sem as ver?
4. Será que a emissão de radiação ocorre apenas nos seres vivos? Expliquem a vossa resposta.

Parte 3- Para Refletir

5. O que aprendeste com esta tarefa?
6. Que dificuldades sentiste? Justifica.
7. O que mais gostaste nesta tarefa? Justifica.
8. O que farias de diferente nesta tarefa?

Agrupamento de Escolas de XXX

Física e Química A - 10º ano

Física Unidade 1

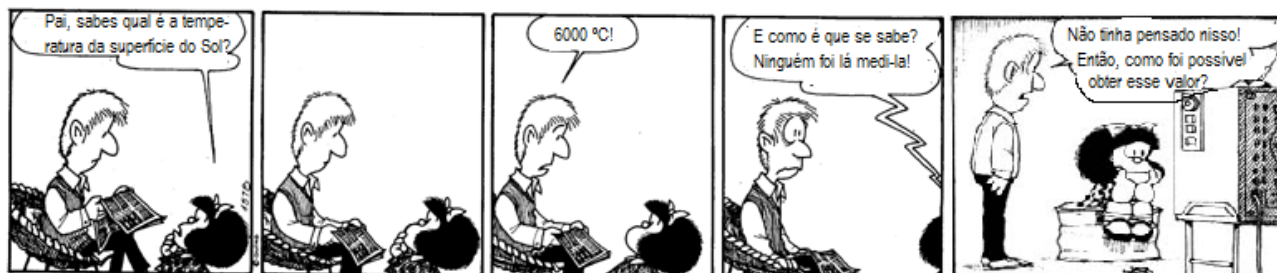
Nome: _____

Nº: _____

Turma: _____

Tarefa 2

Parte 1-



Adaptado de: <http://mafalda.dreamers.com/> e de <http://rosafernandezsalamancainfantil.blogspot.pt/2013/02/mafalda-y-sus-amigos-manolito-miguelito.html>

Ao longo da história da humanidade muitos se questionaram sobre qual seria a temperatura à superfície do Sol e foram necessários muitos anos para que se conseguisse chegar a esse valor. Foram alguns os cientistas que dedicaram parte do seu trabalho à investigação dos fenómenos de absorção e emissão de radiação. Entre eles podemos referir os seguintes:

 Gustav Kirchhoff (1824-1887)	<p>Físico alemão que estudou a relação entre o poder emissivo e o poder absorptivo de corpos e introduziu o conceito de corpo negro (corpo capaz de absorver toda a radiação eletromagnética que nele incide). Mostrou que um corpo negro não reflete nem se deixa atravessar por nenhuma radiação (absorvedor e emissor perfeito).</p> <p>Fotografia retirada de: http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm</p>
 Josef Stefan (1835-1893)	<p>Físico e matemático austro-esloveno. Em 1879 estabeleceu que a radiação total de um corpo negro é proporcional à quarta potência de sua temperatura absoluta e à área da superfície de emissão. Introduziu o conceito de emissividade (ϵ) na sua expressão matemática. A emissividade tem valores compreendidos entre 0 e 1 (este último para o corpo negro).</p> <p>Fotografia retirada de http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/PictDisplay/Stefan_Josef.html</p>
 Ludwig Boltzmann (1844-1906)	<p>Físico austríaco, que ficou conhecido pelo seu trabalho nos campos da termodinâmica estatística. Foi aluno de Stefan e, 5 anos mais tarde, chegou às mesmas conclusões que o seu mestre, baseando-se na teoria eletromagnética de Maxwell.</p> <p>Fotografia retirada de http://mnstats.morris.umn.edu/introstat/history/w98/Boltzmann.html</p>
 Wilhelm Wien (1864-1928)	<p>Físico alemão, que aplicou as teorias sobre calor e eletromagnetismo para deduzir uma lei que permite concluir que o comprimento de onda da emissão máxima de um corpo negro é inversamente proporcional à sua temperatura, esta teoria é conhecida por deslocamento de Wien. Wien em 1911 recebeu o Prémio Nobel por seu trabalho sobre a radiação do calor.</p> <p>Fotografia retirada de http://pt.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_wien</p>

<http://www.fma.if.usp.br/~fleming/planck/node5.html><http://disciplinas.ist.utl.pt/qgeral/biomedica/quantica.html>

http://pt.wikipedia.org/wiki/Corpo_negroRodrigues, M. & dias, F. (2007). *Física na nossa vida – Física e Química A 10º ano*. Porto, Porto Editora

3. Façam uma pesquisa na internet que vos permita aprofundar o contributo destes cientistas e dar resposta às questões da Mafalda e do seu pai.
4. Escrevam uma carta à Mafalda e ao Pai para lhes darem resposta às suas questões.
5. Apresentem à turma o texto elaborado.

Parte 2 – Vai mais além

Será que o valor da temperatura do Sol indicada pelo pai da Mafalda está de acordo com o valor real?

Planifiquem um modo de chegares ao valor da temperatura à superfície do Sol.

Parte 3- Para Refletir

6. O que aprendeste com esta tarefa?
7. Que dificuldades sentiste? Justifica.
8. O que mais gostaste nesta tarefa? Justifica.
9. O que farias de diferente nesta tarefa?

Tarefa 3

Parte 1-

Nos anos 50 iniciou-se a exploração espacial. Para além de se tentar sair do planeta Terra, também se pretendia responder a muitas das questões efetuadas pelo Ser Humano sobre o espaço exterior.

Após várias missões tripuladas em 1969 o Ser Humano conseguiu pisar o solo lunar e hoje em dia consegue enviar sondas a outros planetas e até construiu estações espaciais. Quando pensamos na conquista do espaço é comum imaginarmos os astronautas numa exploração espacial com os seus fatos brancos. Mas os fatos dos astronautas nem sempre foram assim...



1963 O astronauta Americano Alan Shepard num fato prateado.



Anos 60 Este fato foi projectado para ser utilizado pelos astronautas da Apollo na Lua. Nunca chegou a ser usado.



1964 Membros da tripulação da Gemini 3. As caixas junto dos fatos são aparelhos de ar condicionado portáteis para impedir o sobreaquecimento dos astronautas nos seus fatos pressurizados.



1969 O fato espacial do astronauta Edwin Aldrin durante a alunagem em 1969.



1983 O fato do astronauta Bruce McCandless. A fotografia foi feita durante o voo do space shuttle Challenger.

Imagens e informação retirada de: <http://astropt.org/blog/2011/05/05/a-evolucao-do-fato-espacial/>



Porque é que os astronautas têm os fatos de cor branca? Porque não são coloridos? Ou já não são prateados?

Retirado de: <http://www.di.unisa.it/~soriente/>

1. Planifica uma experiência, com o material disponível, que te permita chegar à resposta da questão.
2. Construam tabelas que vos permitam registar as vossas observações.
3. Realizem a atividade de acordo com a vossa planificação.
4. Tirem conclusões.
5. Apresentem as vossas conclusões à turma.

Parte 2- Para Refletir

6. O que aprendeste com esta tarefa?
7. Que dificuldades sentiste? Justifica.
8. O que mais gostaste nesta tarefa? Justifica.
9. O que farias de diferente nesta tarefa?

Tarefa 4

Parte 1-



A Mafalda já percebeu por que é que a Terra não aquece continuamente. No entanto, continuou a pensar no assunto e surgiu-lhe mais uma questão: “A água que bebi esteve todo o dia ao Sol e a sua temperatura aumentou. Como é que seria mais eficaz arrefece-la? Utilizando água a 0°C ou gelo a 0°C?”

Adaptado de <http://suitedeideias.blogspot.pt/2011/10/cartoons-mafalda-e-crise.html>

1. Planifica uma experiência que te permita chegar à resposta da questão da Mafalda.
2. Construam tabelas que vos permitam registar as vossas observações.
3. Realizem a atividade de acordo com a vossa planificação.
4. Tirem conclusões.
5. Apresentem as vossas conclusões à turma.

Parte 2- Para Refletir

6. O que aprendeste com esta tarefa?
7. Que dificuldades sentiste? Justifica.
8. O que mais gostaste nesta tarefa? Justifica.
9. O que farias de diferente nesta tarefa?

Tarefa 6

Parte 1- Aquecimento global: origem natural ou origem antropogénica?

Mudança Climática Existe, Só Não É Causada Pelo Homem

Aquecimento Global, a grande maioria das pessoas acha que o assunto é sério, que os cientistas chegaram a um consenso sobre o que está acontecendo. As diferenças estão apenas na questão de quanto tempo ainda temos. Os média juntamente com muitos ambientalistas levaram-nos a acreditar que se não tomarmos providências imediatas vamos caminhar para um cataclismo ambiental onde o nível dos oceanos subirá fazendo milhões de refugiados pelo mundo. O ecossistema mudará quebrando as cadeias alimentares e levando a extinções em massa.

(...) Claro que a climatologia é complicada, qualquer ciência para quem não foi treinado no campo é complicada, ainda mais uma tão recente. Ela é baseada na observação do presente e principalmente do passado (através de amostras de gelo de vários locais da Terra) na tentativa de determinar como o clima se comportou de modo a possibilitar termos um vislumbre, uma ideia, de como ele se comportará no futuro. (...) Assim como o planeta já foi mais quente no passado também já foi mais frio. Na última era glacial (12.000 anos atrás) o gelo cobriu praticamente toda a região temperada do hemisfério norte do planeta. Lugares como Canadá, norte dos EUA, Rússia e norte da Europa ficaram cobertos por gelo. É seguro concluir que houve um aquecimento, pois as calotas recuaram para suas posições atuais, as regiões polares. Sabemos também que logo após o aquecimento medieval ocorreu a “pequena idade do gelo” no século XIV quando a Groenlândia ficou coberta de gelo. No inverno o frio era tanto que até o rio Tamisa, em Londres, ficava completamente congelado possibilitando patinar na sua superfície.

Durante a última era glacial a temperatura do planeta rondava os 12°C apenas 2,4 graus de diferença para os 14,4°C atuais. Mas é bom lembrar que na maior parte da história do planeta a temperatura rondou os 22°C. Só existiam as regiões tropical e subtropical, sem gelo nas calotas polares, e isso não teve nada de catastrófico. Patrick Moore, membro fundador do Greenpeace, diz que quando analisamos o padrão de biodiversidade nas regiões do globo percebemos quando passamos da região tropical para a subtropical e desta para a temperada, onde existem geadas e neve no inverno há uma queda de 90% de biodiversidade. Ele argumenta que o gelo pode ser considerado inimigo da vida e que não seria nada mau se o planeta aquecesse um pouco como já foi no passado. (...)

Nenhuma dessas mudanças no clima mencionadas foi causada pelo homem. Elas fazem parte de ciclos naturais de aquecimento e arrefecimento que existem no nosso planeta.

Francisco Roland DiBiase

Adaptado de: <http://www.globalresearch.ca/mudan-a-clim-tica-existe-s-n-o-causada-pelo-homem/22061>

Aquecimento global é causado pelo homem e deve aumentar, diz IPCC

O relatório do IPCC, Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, divulgado nesta sexta-feira, 27 de setembro de 2013, em Estocolmo, na Suécia, conclui que o aquecimento global é uma realidade incontestável, é provocado pelo homem e vai durar até o final deste século. Cientistas calculam que na projeção mais pessimista a temperatura na Terra deve aumentar 4,8 °C até 2100.

Os especialistas elaboraram quatro cenários possíveis para as próximas décadas. Nas previsões mais otimistas, projetam que até 2100 a temperatura na Terra deve aumentar 0,3 °C. Já na projeção mais pessimista essa alta pode chegar a 4,8 °C.

Na avaliação dos cientistas, as mudanças climáticas vão depender do aumento do ritmo da emissão de gases que provocam o efeito estufa. Mas, eles argumentam, já é possível antecipar que as ondas de calor tendem a ser mais intensas e mais duradouras, que as regiões que já são chuvosas terão índices pluviométricos ainda mais elevados e, ao contrário, as regiões secas terão menos chuvas. O relatório, porém, diz que pode haver algumas exceções.

QinDahe, co-presidente do IPCC, declarou que, com o aquecimento dos oceanos, o derretimento dos glaciares vai elevar o nível do mar num ritmo mais acelerado que o que foi observado nos últimos 40 anos, podendo sofrer uma elevação de 26 a 82 cm até 2100.

Em estudos anteriores, apontava-se que a elevação do nível do mar não ultrapassaria 59 cm. Mas os cientistas tiveram que rever esses cálculos porque haviam subestimado o impacto do derretimento dos glaciares na Groenlândia e na Antártica.

Algumas das conclusões do relatório já tinham sido divulgadas pela imprensa nos últimos dias, mas, com a divulgação completa hoje, o IPCC, que foi criado pela ONU, espera que os líderes mundiais tomem medidas concretas a fim de prevenir consequências desastrosas para a população mundial.

A receita do IPCC é objetiva: é preciso diminuir de forma "substancial" a emissão de gases que provocam o efeito de estufa. No dia 30 de setembro, o IPCC vai divulgar um esboço do Atlas Global e Regional das Mudanças Climáticas.

"A verdade que incomoda foi confirmada: as mudanças climáticas são reais, elas acontecem em um ritmo alarmante e são provocadas pelas atividades humanas, principalmente a combustão", afirmaram as principais ONG's ambientalistas - Greenpeace, Oxfam, WWF e Amigos da Terra - em um comunicado conjunto após a publicação do relatório.

"Sabemos que o setor da energia é o principal culpado, mas também a principal solução, para as mudanças climáticas", acrescentaram as ONG's, que acreditam que "as energias renováveis constituem uma solução simples, comprovada e economicamente viável".

Adaptado de: <http://www.portugues.rfi.fr/ciencias/20130927-aquecimento-global-e-causado-pelo-homem-e-deve-aumentar-diz-ipcc>

Vamos discutir a questão: Aquecimento global: origem natural ou antropogénica?

Imagina que vais participar num congresso mundial sobre esta temática. No congresso irão estar presentes participantes com as mais variadas origens, entre as quais:

- A – **Habitante do Tuvalu** (estado formado por um grupo de 9 atóis): o seu objetivo é tentar evitar que o seu país desapareça submerso pelas águas do Oceano Pacífico;
- B – **Diretor de uma fábrica**: o seu objetivo é aumentar o lucro da sua fábrica, aumentando a produção e a exportação do seu produto;
- C – **Ecologista**: o seu objetivo é defender a proteção dos ecossistemas e do clima do planeta;
- D – **Trabalhador de uma mina de carvão na China**: pretende manter o seu posto de trabalho e que a economia local se desenvolva.

Vamos efetuar uma simulação deste congresso, para isso serão distribuídos alguns dos papéis supracitados.

1. Prepara com o teu grupo a participação no debate. Para isso deverás:
 - i) Registrar os principais argumentos, que defendam a vossa posição, a apresentar;
 - ii) Preparar a resposta a algumas das possíveis questões que os outros grupos vos façam;
 - iii) Preparar algumas questões para os outros grupos.
2. Após a realização do “congresso”, prepara com o teu grupo um resumo do mesmo, onde deverão constar as principais ideias debatidas, e as conclusões a que chegaram.
3. Prepara a vossa contribuição final no programa áudio “*voxopop*”.

Parte 2- Para Refletir

4. O que aprendeste com esta tarefa?
5. Que dificuldades sentiste? Justifica.
6. O que mais gostaste nesta tarefa? Justifica.
7. O que farias de diferente nesta tarefa?

Apêndice C

Instrumentos de Avaliação

Grelha de avaliação das Tarefas

Descritores	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Total
Seleção de informação	É incapaz de ir além dos dados recolhidos	É capaz de organizar os dados quando tem indicações explícitas e apenas dá respostas específicas e estabelece questões estritas	É capaz de interpretar os dados e apresentar conclusões correctas, mas não compreende os limites e os constrangimentos de generalização	Sintetiza observações e dados de forma correcta e consistente. Estabelece relações e faz generalização dentro dos limites aceitáveis	___ / 4
Aquisição de conhecimento científico	Não chega às conclusões esperadas	Chega às conclusões esperadas mas com muitas falhas científicas	Chega às conclusões esperadas com algumas falhas científicas	Chega às conclusões esperadas sem falhas científicas	___ / 4
Correção científica	Apresentação com várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações	Apresentação com algumas incorreções ao nível dos conceitos ou das informações	Apresentação sem qualquer incorreção ao nível dos conceitos ou das informações	Apresentação reveladora de um excelente domínio de conceitos e informações	___ / 4
Linguagem escrita	Linguagem pobre e com erros ortográficos	Linguagem simples e com alguns erros ortográficos	Linguagem boa e bem adequada	Linguagem rica e muito bem adequada	___ / 4
Correção do discurso	Dificuldade de discurso e incorreções gramaticais, de pronúncia e de linguagem científica	Lapsos gramaticais e dificuldades de pronúncia e de linguagem científica	Discurso razoavelmente bem articulado e sem incorreções gramaticais ou de pronúncia e de linguagem científica	Discurso muito bem articulado e sem incorreções gramaticais ou de pronúncia e de utilização correcta de linguagem científica	___ / 4
Objetividade e clareza	Exposição pouco objetiva, pouco clara e sem realçar os aspetos fundamentais	Exposição pouco objetiva mas clara e realça poucos aspetos fundamentais	Exposição objetiva, clara e realça alguns aspetos fundamentais	Exposição objetiva, clara e realça os aspetos fundamentais	
Justificação da argumentação	Os elementos do grupo não estão suficientemente preparados para defender aspetos do seu trabalho; Não possuem os conhecimentos ou as capacidades necessárias	Vários elementos do grupo têm um conhecimento deficiente do conteúdo do seu trabalho OU são incapazes de justificar os argumentos	A maioria dos elementos do grupo revela um bom conhecimento do conteúdo do seu trabalho e de justificação de argumentação	Todos os elementos do grupo revelam um conhecimento profundo do conteúdo do seu trabalho e justificação de argumentação	___ / 4
Planificação	Não tem grande ideia como resolver o problema. Necessita de grande ajuda	Plano pouco eficaz, a necessitar de grande reformulação. Não considera importantes variáveis	Plano bem apresentado, mas a necessitar de reformulações. Compreende a formulação geral do problema, mas não discute criticamente.	Plano de investigação claro, conciso, completo. Capaz de discutir o plano experimental criticamente	___ / 4
Concretização experimental	Não faz observação nem medições de forma correcta, mesmo quando lhe é dada orientação para tal. Aluno pouco autónomo	É capaz de observar e de medir apenas quando tem orientação explícita para o que tem de fazer	Observações e medições corretas, mas com alguma dificuldade em utilizar os instrumentos, precisando de orientação	Faz observações e medições de uma forma consistente, com correção de precisão e unidade. Utiliza corretamente os instrumentos necessários	
(Adaptado de Galvão et al., (2006))					___ / 20

Grelha de avaliação das atitudes

Ano: _____ /Turma: _____

Disciplina: _____

Grelha de Observação de Aulas

Indicadores		A - Colabora no grupo		B - Gere o tempo		C - Respeita a opinião dos outros		D - Apresenta-se empenhado na tarefa		F - Está atento			
		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não		
1		1		1		1		1		1		20	
2			0	1			0	1			0	8	
3												0	
4												0	
5												0	
6												0	
7												0	
8												0	
9												0	
10												0	
11												0	
12												0	
13												0	
14												0	
15												0	
16												0	
17												0	
18												0	
19												0	
20												0	
21												0	
22												0	
23												0	
24												0	
25												0	
26												0	
27												0	

Apêndice D

Guião da Entrevista

Guião da Entrevista

1. O que aprenderam com estas tarefas de investigação?
2. Acham que a aprendizagem dos conceitos é mais fácil numa aula convencional ou através da aplicação deste tipo de tarefas?
3. Que dificuldades sentiram durante a implementação das tarefas de investigação?
4. Como ultrapassaram essas dificuldades?
5. Que estratégias utilizaram para resolver as questões propostas nas tarefas de investigação?
6. Teriam utilizado uma estratégia diferente nalguma das tarefas?
7. O que gostaram mais?
8. O que gostaram menos?
9. Qual a vossa opinião sobre estas tarefas?

Apêndice E

Pedido de autorização à Diretora do Agrupamento

Agrupamento de Escolas de XXXXX

Escola Secundária de XXXXX

Assunto: Autorização para a realização de um estudo numa turma de 10º ano

XXXXX, 17 de dezembro de 2013

Exma. Sra.

Diretora do Agrupamento

Com o objetivo de desenvolver uma investigação no âmbito da minha Dissertação de Mestrado em Educação – área de especialidade Didática das Ciências, do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, venho por este meio, solicitar, a V. Exa., autorização para realizar o meu estudo.

A investigação será sobre a implementação de tarefas de investigação, em alguns dos conteúdos da unidade 1 da componente de Física. Pelo que necessitarei da colaboração dos alunos da turma X do 10º ano a fim de obter os dados necessários à dita investigação. A recolha dos dados será elaborada por mim através da aplicação de tarefas investigativas, registos áudio e/ou vídeo, questionários e/ou entrevistas.

Estou consciente das questões éticas e irei tê-las presentes durante toda a investigação, bem como a manutenção da confidencialidade dos alunos e da defesa dos seus interesses.

Agradeço a atenção dispensada.

Atenciosamente

A Professora

(Ana Margarida Martins)

Apêndice F

Pedido de autorização aos Encarregados de Educação

Agrupamento de Escolas de XXXXX
Escola Secundária de XXXX

Exmo(a) Sr.(a)
Encarregado(a) de Educação

Com o objetivo de desenvolver uma investigação no âmbito da minha Dissertação de Mestrado em Educação – área de especialidade Didática das Ciências, do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, venho por este meio, solicitar, a V. Exa., autorização para realizar o meu estudo com a colaboração do seu educando.

A investigação será sobre a implementação de tarefas de investigação, em alguns dos conteúdos da unidade 1 da componente de Física.

Neste sentido será necessário a realização de registos áudio e/ou vídeo recolhidos durante o decorrer das aulas da disciplina de Física e Química A e a aplicação de questionários e entrevistas.

Saliento que todas as questões éticas e de confidencialidade serão salvaguardadas, assim como o cumprimento das orientações programáticas.

Para eventuais dúvidas ou esclarecimentos esteja à vontade para me contactar. Agradeço a colaboração.

XXXXX, 6 de janeiro de 2014

Com os melhores cumprimentos,
A Professora

(Ana Margarida Martins)

✂-----

Autorização

Eu, _____ Encarregado(a) de Educação do(a) aluno(a) _____, nº __, da turma X, do 10º ano, autorizo o meu educando a participar no estudo de investigação, para a Dissertação de Mestrado em Didática das Ciências, da professora Ana Margarida Martins, de forma a que seja possível a recolha de dados.

XXXXX, 6 de janeiro de 2014
O(A) Encarregado(a) de Educação
